DEAN BUONOMANO
DEAN BUONOMANO
DEAN BUONOMANO
DEAN BUONOMANO
DEAN BUONOMANO
DEAN BUONOMANO

O CÉREBRO IMPERFEITO

COMO AS LIMITAÇÕES DO CÉREBRO CONDICIONAM AS NOSSAS VIDAS

ENTENDA OS *BUGS* DO SEU CÉREBRO

TRADUÇÃO
LEONARDO ABRAMOWICZ

Do original: *Brain Bugs*
Tradução autorizada do idioma inglês da edição publicada por W. W. Norton Company, Ltd.

Copidesque: Ivone Teixeira
Revisão: Andréa Campos Bivar e Jussara Bivar
Editoração Eletrônica: Estúdio Castellani
Conversão para E-book Freitas Bastos

Elsevier Editora Ltda.
Conhecimento sem Fronteiras
Rua Sete de Setembro, 111 - 16º andar
20050-006 - Centro - Rio de Janeiro - RJ - Brasil

Rua Quintana, 753 - 8º andar
04569-011 - Brooklin - São Paulo - SP - Brasil

Serviço de Atendimento ao Cliente
0800-0265340
sac@elsevier.com.br

ISBN 978-85-352-4819-7
ISBN (versão digital) 978-85-352-4760-2
Edição original: ISBN: 978-0-393-07602-8

CIP-Brasil. Catalogação-na-fonte Sindicato Nacional dos Editores de Livros, RJ
B964c Buonomano, Dean
O cérebro imperfeito : como as limitações do cérebro condicionam as nossas vidas / Dean Buonomano ; tradução Leonardo Abramowicz. - Rio de Janeiro : Elsevier, 2011.

Tradução de: Brain bugs : how the brain's flaws shape our lives
ISBN 978-85-352-4819-7

1. Cérebro. 2. Memória - Aspéctos fisiológico. 3. Neurociências. I. Título.

Aos meus pais, Lisa e Ana

AGRADECIMENTOS

Acredito que devo minha fascinação pelo funcionamento do cérebro à minha irmã caçula. A viagem do cérebro, desde a infância tumultuada até a hábil adolescência, deixa uma marca indelével em todos que observam essa transformação. Agradeço à minha irmã por ter participado, mesmo sem saber, de alguns de meus primeiros “estudos” atrapalhados e, mais tarde, pelo permanente incentivo às minhas investidas um pouco mais sofisticadas na neurociência.

Um dos objetivos deste livro é destacar o fato de que a memória humana não é adequada para armazenar certos tipos de informação, como nomes de pessoas. Assim, em um esforço para poupar os leitores de terem de absorver informações de que não precisam, em alguns casos omiti os nomes dos autores de estudos no texto principal. Porém, nas notas finais, me esforcei para atribuir as descobertas aos principais cientistas responsáveis, mas peço desculpas antecipadamente pelas eventuais falhas em dar o crédito devido.

Um fato lamentável com relação à ciência é que nem todas as descobertas científicas se mostram corretas em longo prazo. O progresso na ciência exige que, no fim das contas, vários grupos independentes tenham de repetir as descobertas de outros. Descobertas que pareciam interessantes a princípio acabam se mostrando incorretas, em função de acidentes estatísticos, enganos metodológicos, experimentos mal executados ou mesmo fraude. Por isso, na medida do possível, tentei limitar as descobertas discutidas às que já foram repetidas por outros pesquisadores. Além disso, na tentativa de convencer a mim mesmo e ao leitor da veracidade de uma descoberta, busquei citar mais de um artigo para corroborar os resultados em questão. Isso não quer dizer que alguns dos tópicos e

ideias apresentados não sejam bastante especulativos por natureza - em especial as tentativas de relacionar análises psicológicas do comportamento com mecanismos subjacentes às sinapses e neurônios, como na discussão sobre o fato de sermos influenciados pelo marketing. Mas minha intenção é que este livro consiga transmitir o que é ciência reconhecida e o que é especulação científica.

Este livro não teria sido possível sem a ajuda de vários amigos e colegas cujos papéis assumiram muitas formas. Alguns me deram aulas sobre parte dos materiais analisados; outros leram um ou mais capítulos; outros ajudaram apenas por não terem rido de minhas perguntas. As pessoas a seguir estão em uma ou mais dessas categorias: Jim Adams, Shlomo Benartzi, Robert Boyd, Harvey Brown, Judy Buonomano, Alan Burdick, Alan Castel, Tiago Carvalho, Michelle Craske, Bruce Dobkins, Michael Fanselow, Paul Frankland, Azriel Ghadooshahy, Anubhuthi Goel, Bill Grisham, April Ho, Sheena Jos-selyn, Uma Karmarkar, Frank Krasne, Steve Kushner, Joe LeDoux, Tyler Lee, Kelsey Martin, Denise Matsui, Andreas Nieder, Kelley O’Donnell, Marco Randi, Alexander Rose, Fernanda Valentino, Andy Wallenstein, Carl Williams e Chris Williams. Gostaria de agradecer em especial a Jason Goldsmith, por seus comentários minuciosos em boa parte do texto e pelas sugestões bastante estimulantes.

Agradeço ainda aos amigos que, ao longo dos anos, foram generosos em compartilhar seu tempo, conhecimento e ideias, e incentivaram minhas “viagens” científicas. São eles (entre outros): Jack Byrne, Tom Carew, Marie-Françoise Chesselet, Allison Doupe, Jack Feldman, Steve Lisberger, Mike Mauk, Mike Merzenich e Jennifer Raymond. O National Institutes of Mental Health e a National Science Foundation apoiaram a pesquisa, assim como os departamentos de neurobiologia e psicologia da UCLA.

Sou grato a Annaka Harris, minhas editoras Laura Romain e Angela von der Lippe, da Norton, e a meu agente Peter Tallack, por sua orientação e conhecimento editorial. Além disso, agradeço a Annaka e a Sam Harris por seus preciosos conselhos e incentivo em todas as etapas da elaboração deste livro.

Agradeço ainda à minha esposa, Ana, que não só apoiou o desejo de escrever este livro, mas me deu a força para completá-lo. Por último, e acima de tudo, gostaria de agradecer a meus pais, pela sua natureza e criação.

SUMÁRIO

Introdução

Tem sido assim em todas as minhas invenções. O primeiro passo é uma intuição, que vem de forma explosiva, e em seguida aparecem as dificuldades. Primeiro isso, depois aquilo: "bugs", como essas pequenas falhas e dificuldades são chamadas.
Thomas Edison

O cérebro humano é o mecanismo mais complexo do universo que conhecemos, mas, ainda assim, é imperfeito. E, em última instância, o que somos como indivíduos e sociedade é definido não só pelas espantosas capacidades do cérebro, mas também por suas falhas e limitações. Perceba que nossa memória pode ser pouco confiável e tendenciosa, o que resulta em consequências irrelevantes ou graves. Podemos, por exemplo, esquecer nomes e números, o que pode não trazer consequências sérias. Por outro lado, pessoas inocentes podem passar o restante da vida na cadeia por enganos de testemunhas. Pense em nossa suscetibilidade à propaganda e no fato de que uma das campanhas de marketing mais bem-sucedidas da história contribuiu para 100 milhões de mortes estimadas no século XX: o trágico sucesso da propaganda de cigarros revela até onde nossos hábitos e desejos podem ser moldados pelo marketing.[1] Nossas ações e decisões são influenciadas por vários fatores arbitrários e irrelevantes. Por exemplo, as palavras que usamos para fazer uma pergunta podem distorcer respostas.[2] Em geral, sucumbimos ao prazer da

gratificação imediata à custa de nosso bem-estar em longo prazo. Além disso, temos a tendência irreprimível de nos deixarmos seduzir por crenças sobrenaturais, o que, muitas vezes, nos leva ao erro. Nossos medos têm uma relação tênue com o que de fato deveríamos temer.

O resultado é que, muitas vezes, o que consideramos decisões racionais não o são. Em outras palavras, nosso cérebro é capaz de realizar algumas tarefas com grande perfeição, mas é mal preparado para outras. Infelizmente, uma de suas fraquezas é o não reconhecimento das tarefas para as quais não está apto. Por isso, na maior parte do tempo, ficamos inocentemente felizes sem saber até onde nossa vida é governada pelos *bugs do cérebro,* ou seja, por nosso *cérebro imperfeito.*

O cérebro é um computador biológico cuja complexidade não conseguimos entender. É responsável por nossas ações individuais e por todas as decisões, pensamentos e sentimentos que já tivemos. É provável que a maioria das pessoas não se sinta confortável com esse conceito. Na verdade, o fato de que a mente surge do cérebro é um conceito que nem todos os cérebros aceitam. No entanto, a resistência em aceitar que nossa humanidade seja derivada apenas do cérebro físico não deveria ser surpresa. Ele não foi concebido para entender a si mesmo, da mesma forma que uma calculadora não foi projetada para navegar na internet.

O cérebro *foi* concebido para obter dados do mundo externo por meio dos órgãos sensoriais; foi concebido para analisar, guardar e processar essas informações e para gerar resultados - ações e comportamentos - que otimizem nossas chances de sobrevivência e de reprodução. Mas como qualquer outra máquina, o cérebro tem bugs e limitações.

Mais por conveniência do que por rigor científico, tomo emprestado o termo *bug* do jargão da informática para me referir ao conjunto de falhas, limitações, fraquezas e vícios do cérebro humano.[3] As consequências dos bugs em computação vão desde falhas irritantes em gráficos na tela até o congelamento do computador ou a “tela azul da morte”. De vez em quando, os bugs da informática podem ter consequências fatais, como nos casos em

que softwares mal desenvolvidos permitiram a emissão de doses letais de radiação em pacientes em tratamento contra o câncer. As consequências dos bugs cerebrais podem ter a mesma amplitude de variações: de simples ilusões a lapsos irritantes de memória ou decisões irracionais cujos efeitos podem ser tanto inofensivos quanto fatais.

Se existe um bug em seu software preferido ou se falta um recurso importante, sempre há a esperança de que o problema seja resolvido na próxima versão do programa, mas os homens e os animais não dispõem de tal luxo; não há remendos de correção imediata, atualizações ou aprimoramentos quando se trata do cérebro. Se fosse possível, qual seria a prioridade na lista de aprimoramento do seu cérebro? Quando perguntamos a alunos de graduação, a resposta é sempre a mesma: ter melhor memória para nomes, datas e fatos com os quais são bombardeados (embora um número significativo de estudantes responda, por ingenuidade, que gostaria de poder ler a mente). Em algum momento, todos nós tivemos de nos lembrar do nome de alguém que conhecemos, e a frase “Sabe aquela pessoa? Qual é mesmo o nome dela?” pode ser uma das mais usadas em qualquer língua. Mas reclamar de ter péssima memória para nomes e números é igual a se queixar pelo fato de o smartphone não funcionar bem debaixo da água. A questão é que o cérebro simplesmente não foi concebido para armazenar informações que não estejam relacionadas, como listas de nomes e de números.

Tente se lembrar de alguém que tenha visto uma única vez na vida - talvez alguém que tenha se sentado ao seu lado em um avião. Se essa pessoa lhe tivesse dito o nome e a profissão, você acha que seria mais fácil se lembrar das duas informações ou de apenas uma delas? Em outras palavras, temos a tendência de esquecer certos tipos de informação com a mesma probabilidade ou, por algum motivo, costumamos esquecer mais os nomes do que as profissões? Alguns estudos responderam a essa questão, mostrando imagens de rostos para voluntários, com o sobrenome e a profissão de cada pessoa. Quando as mesmas imagens foram mostradas de novo na fase de teste, foi mais fácil para os

participantes da pesquisa se lembrarem das profissões do que dos nomes. Podemos especular que isso aconteceu porque, por algum motivo, é mais fácil lembrarmos as profissões do que os nomes; talvez por serem palavras mais usadas - um fator reconhecido como facilitador da memória. Entretanto, para ter bom controle sobre essa questão, algumas das palavras do estudo foram usadas tanto para nomes quanto para profissões. Por exemplo, Baker/padeiro ou Farmer/fazendeiro[1] atenderiam às duas situações. Mesmo assim, as pessoas apresentaram maior probabilidade de se lembrar do fato de que alguém era *padeiro* do que de que seu nome era *Baker.*[4]

Como outro exemplo das esquisitices da memória humana, leia a seguinte lista de palavras:

bala, dente, azedo, açúcar, bom, sabor, agradável, refrigerante, chocolate, coração, bolo, mel, comer e torta

Agora leia de novo por alguns instantes e tente decorá-las.

Quais das seguintes palavras estavam na lista: tofu, doce, calda, pterodátilo?

Mesmo sendo esperto o suficiente para perceber que nenhuma dessas quatro palavras estava na lista, é bem provável que você tenha levado mais tempo pensando sobre as palavras *doce* e *calda* do que sobre *tofu* e *pterodátilo*.[5] O motivo é óbvio: *doce* e *calda* estão relacionadas com muitas palavras da lista. Nossa tendência a confundir conceitos intimamente associados entre si não se limita a doces, mas também acontece com nomes. É muito comum trocarmos nomes e chamarmos os outros pelo nome errado. Mas os erros não ocorrem por acaso. Com frequência, chamamos nosso companheiro atual pelo nome do ex, e imagino que minha mãe não seja a única que, em momento de estresse, tenha chamado um filho pelo nome do outro (e meu único “irmão” é uma irmã). Também confundimos nomes parecidos: durante a campanha presidencial de 2008, mais de uma pessoa, incluindo um candidato presidencial, acidentalmente chamou Osama Bin Laden de Barack Obama.[6] Por

que será mais difícil lembrar que a pessoa que você conheceu no avião se chamava Baker do que lembrar que ele era padeiro? Por que temos a tendência de confundir palavras e nomes que estejam intimamente relacionados? Veremos que a resposta para ambas as questões é consequência direta da arquitetura associativa do cérebro humano.

BUGS *VERSUS* CARACTERÍSTICAS

Como um relógio de sol e um relógio de pulso, que não têm nada em comum a não ser o propósito de existir, a única semelhança entre os computadores e os cérebros é o fato de serem dispositivos que processam informações. Mesmo quando um computador digital e um biológico estão trabalhando no mesmo problema, quando um computador e uma pessoa jogam xadrez, por exemplo (em geral para consternação da última), os cálculos efetuados apresentam pouco em comum. Um faz uma análise gigantesca de milhões de movimentos possíveis, enquanto a outra confia na própria habilidade de reconhecer padrões que levem a uma análise ponderada de algumas dezenas de lances.

Os computadores e os cérebros são peritos em efetuar cálculos completamente diferentes. Um dos pontos fortes da computação cerebral (e uma notória fraqueza da atual tecnologia dos computadores) é o reconhecimento de padrões. Nesse ponto, podemos tomar como exemplo da nossa superioridade a forma como interagimos com os computadores. Se você esteve on-line na última década, em algum momento, é provável que seu computador lhe tenha pedido educadamente para transcrever algumas palavras ou letras distorcidas em uma caixa da tela. O objetivo desse exercício não poderia ter sido mais profundo: assegurar que você é um ser humano. Mais precisamente, assegurar que você não é um “robô cibernético” (um programa de computador feito por um ser humano com o antipático objetivo de enviar spam, invadir contas pessoais, amontoar ingressos de shows ou realizar uma infinidade de outros planos perversos). Esse simples teste é chamado de CAPTCHA (Completely Automated Public Turing test to tell

Computers and Humans Apart - teste de Turing público automatizado para diferenciar computadores e seres humanos).[7] O teste de Turing se refere a um jogo inventado pelo extraordinário criptógrafo e um dos pais da ciência da computação, Alan Turing. Nos anos 1940, uma época em que um computador ocupava uma sala inteira e tinha menos poder de computar números do que uma máquina atual de cappuccino, Turing não ficou apenas ponderando se os computadores conseguiriam pensar, mas imaginando como iríamos saber se eles o estivessem fazendo. Ele propôs um teste, um jogo simples que incluía um interrogador humano conduzindo uma conversa com um interlocutor oculto, que poderia tanto ser outro homem quanto um computador. Turing argumentou que, se a máquina conseguisse se fazer passar por um ser humano com sucesso, ela teria atingido a capacidade de pensar.

Os computadores ainda não conseguem pensar ou mesmo se igualar à nossa capacidade de reconhecer padrões (por isso o CAPTCHA continua sendo uma forma eficaz de filtrar os robôs cibernéticos). Quando você reconhece a voz de sua avó ao telefone, o rosto de um primo que não via há uma década ou apenas transcreve algumas letras distorcidas em uma tela de computador, seu cérebro representa a mais avançada tecnologia de reconhecimento de padrões da face da Terra. Entretanto, os computadores estão ganhando terreno com muita rapidez. Portanto, é provável que não possamos manter essa distinção por muito mais tempo. É fácil imaginar que a próxima geração de CAPTCHAs vá usar outras facetas de nossa habilidade de reconhecer padrões, como extrair significado e perspectiva tridimensional de fotografias.[8]

A capacidade do cérebro de entender a “estonteante confusão sensorial” que invade nossos órgãos sensoriais é impressionante. Uma criança de 3 anos entende que a palavra *nariz,* dita por qualquer pessoa, representa aquela coisa no rosto das pessoas que os adultos, de vez em quando, brincam que vão roubar. A capacidade da criança de compreender a fala supera a do atual software de reconhecimento de voz. Embora utilizados em serviços automatizados de telefone, os programas de reconhecimento de voz ainda lutam com o vocabulário ilimitado de vários interlocutores.

Esses programas costumam se confundir diante de frases com sonoridade semelhante, como “o programa reconhece discursos” e “o programa desconhece 10 cursos”. Por outro lado, se existe alguma falha em nossa capacidade de reconhecimento de padrões, é pelo fato de sermos muito bons nisso. Com um pouco de paciência e persuasão, conseguimos ver padrões onde não existem - seja na misteriosa aparição da Virgem Maria nas manchas de umidade da parede de uma igreja ou na disposição em darmos sentido aos borrões de tinta do teste de Rorschach.

Imagine, por um momento, que precise desenvolver um teste com o objetivo oposto ao do CAPTCHA: um teste em que os homens falhariam, mas um robô cibernético, androide, replicador ou qualquer outro dispositivo de computação de sua escolha, que não fosse baseado em carbono, passaria. Claro que a criação desse teste seria deprimente, de tão simples. Poderia consistir em perguntar o logaritmo natural do produto de dois números aleatórios e, se a resposta não viesse em alguns milésimos de segundo, o homem seria desmascarado. Há uma variedade enorme de testes simples que podem ser desenvolvidos para eliminar os seres humanos. Em geral, poderiam girar em torno de uma observação simples: o cérebro humano se sobressai no reconhecimento de padrões, mas a matemática não. Isso era óbvio para Alan Turing, mesmo na década de 1940. Enquanto se perguntava se os computadores conseguiriam pensar, não perdeu muito tempo analisando o contrário: os homens conseguiriam algum dia manipular números com um computador? Ele sabia que havia uma assimetria implícita: algum dia os computadores poderiam conseguir se igualar ao cérebro com relação à capacidade de pensar e sentir, mas o cérebro nunca seria capaz de alcançar a proeza numérica dos computadores: “Se o homem tentasse fingir ser uma máquina, claramente teria desempenho muito ruim. Ele seria desmascarado no ato pela lentidão e imprecisão na aritmética.”[9]

Vamos fazer algumas somas mentais:

Quanto é mil mais quarenta?

Agora adicione mil ao resultado,

e mais trinta,
mais mil,
mais vinte,
mais mil,
e, por fim, adicione dez.

A maioria das pessoas chega a 5.000, mas a resposta correta é 4.100. Não somos muito bons em acompanhar mentalmente as dezenas, e essa sequência específica induz muitas pessoas a transferir o 1 para a classe decimal errada.

A maioria das pessoas consegue encontrar um rosto no meio da multidão mais rápido do que chegar à resposta para 8 X 7. A verdade é que, sem meias palavras, somos péssimos em cálculo. Chega a ser paradoxal que quase todo cérebro humano do planeta possa dominar uma língua mas tenha dificuldade em multiplicar mentalmente 57 X 73. Por praticamente qualquer medida objetiva, essa tarefa é mil vezes mais fácil. É claro que, com a prática, podemos aperfeiçoar nossa habilidade em efetuar cálculos mentais, mas nem toda a prática do mundo faria com que a pessoa mais talentosa calculasse logaritmos naturais com a mesma rapidez e facilidade com que um adolescente consegue reconhecer letras distorcidas em um CAPTCHA.

Temos tendência à aproximação, e os cálculos numéricos são digitais por natureza. Cada número inteiro corresponde a uma quantidade distinta, seja 1 ou 1.729. A natureza descontínua de uma progressão de números inteiros contrasta, digamos, com a obscura transição entre o laranja e o vermelho. No livro *The Number Sense*, o neurocientista francês Stanislas Dehaene destaca que, embora os homens e os animais tenham uma noção inerente de quantidade (alguns animais podem ser treinados para determinar o número de objetos em uma cena), ela é nitidamente não digital.[10] Podemos representar os números 42 e 43 por símbolos, mas não temos, de fato, noção do que seja a quantidade “42” *versus* “43”, como temos do que seja “gato” *versus* “cachorro”.[11] Podemos ter um sentido inerente de quantidades de um a três, mas, depois disso, as coisas ficam confusas - talvez você consiga dizer, com uma rápida olhada,

se Homer Simpson tem dois ou três fios de cabelo, mas é provável que precise contar para saber se ele tem quatro ou cinco dedos.[12] Dada a importância dos números no mundo moderno (para nos mantermos informados sobre idades, dinheiro e estatísticas de futebol), você pode se surpreender com o fato de que, pelo visto, algumas línguas de caçadores coletores não tinham palavras que expressassem números maiores que dois. Nesses idiomas, do tipo "um-dois-muitos", as quantidades maiores que dois caem na categoria "muitos". Em termos de evolução, com certeza houve mais pressão para reconhecer padrões do que para contar e manipular números. É mais importante identificar num piscar de olhos que existem algumas cobras no chão do que saber quantas são (aqui, com certeza, o sistema "um-dois-muitos" funciona muito bem, pois uma cobra que possa ser venenosa já é demais).

Sabemos que o cérebro não está preparado para análise numérica. Mas por que um dispositivo capaz de reconhecer rostos de imediato e efetuar os cálculos necessários para pegar uma bola em movimento tem dificuldades com divisões matemáticas longas? Da mesma forma que os componentes de um relógio revelam muito a respeito da precisão com que ele consegue dizer as horas, os elementos básicos de qualquer equipamento de computação revelam muito sobre os tipos de cálculos que está preparado para realizar. Seu cérebro é uma rede com quase 90 bilhões de neurônios ligados por 100 trilhões de sinapses (o que, em termos de elementos e conexões, supera a internet, que possui cerca de 20 bilhões de sites, conectados por 1 trilhão de links).[13] Como elementos de processamento de informações, os neurônios são abertos, peritos na construção de conexões e ao mesmo tempo na comunicação com milhares de outros neurônios. São ideais para tarefas de computação que exijam a compreensão do todo a partir do relacionamento das partes (como no caso de reconhecimento de padrões). Como veremos, não é mera coincidência o fato de que boa parte do poder de cálculo do cérebro seja resultado de sua capacidade de associar a representação interna de partes e pedaços de informações que, de alguma forma, se relacionam no mundo exterior. Por outro lado, os cálculos numéricos são mais bem

realizados por conta da infalibilidade virtual e das propriedades descontínuas do tipo liga-desliga de cada um dos milhões de transistores em um chip de computador. Os neurônios são elementos ruidosos que resultariam em péssimos interruptores. Ninguém que estivesse projetando um dispositivo para efetuar cálculos aritméticos o faria a partir de unidades parecidas com os neurônios; mas alguém que estivesse produzindo um sistema de reconhecimento de rostos, talvez o fizesse.

A capacidade inerente e irreprimível do cérebro de construir conexões e fazer associações fica bem exemplificada por uma de minhas ilusões favoritas: o *efeito McGurk*.[14] Durante uma demonstração típica, vemos uma mulher dizendo algo em um vídeo. Quando olhamos para seu rosto, vemos os lábios se mexendo (mas não se tocando) e a ouvimos dizer várias vezes “dada dada”. Mas ao fecharmos os olhos, o som se transforma em “baba baba”. É surpreendente perceber que o que ouvimos depende do fato de nossos olhos estarem abertos ou fechados. A ilusão é criada pela separação de uma faixa de áudio do alto-falante, que diz “baba”, sobre uma faixa visual da mulher dizendo “gaga”. Então, por que ouvimos “dada” com os olhos abertos? Uma das coisas que o cérebro faz com maestria é estabelecer correlações ou associações entre eventos diferentes. A menos que você tenha visto muitos filmes de Kung Fu mal dublados, 99% das vezes em que ouviu alguém pronunciando a sílaba “ba”, inconscientemente viu a imagem dos lábios se juntando e depois se separando. Seu cérebro registrou e guardou essa informação, e a utiliza para decidir o que está ouvindo. O efeito McGurk surge de informações auditiva e visual conflitantes. Embora o sistema auditivo ouça “ba”, o visual não vê os lábios se tocarem. Por isso, o cérebro se recusa a acreditar que alguém disse “ba”. Ele hesita entre “ba” e “ga”, e, em geral, se convence de que ouviu “da” (a posição dos lábios ao dizer “da” é intermediária à dos lábios fechados de “ba” e à dos bem abertos de “ga”). Mesmo sem nos darmos conta, todos nós fazemos leitura labial. Esse recurso é especialmente útil quando tentamos entender o que as pessoas estão falando em uma sala barulhenta.

É difícil superdimensionar quantas de nossas faculdades mentais se baseiam na capacidade que os neurônios têm de compartilhar informações com parceiros próximos ou distantes e de associar sons, visões, conceitos e sentimentos que experimentamos. O cérebro é programado para fazer exatamente isso. Por meio de associações visuais e auditivas, as crianças aprendem que a palavra *umbigo* corresponde a essa fascinante estrutura no meio da barriga. A capacidade de aprender os traços que compõem uma carta, as letras que compõem uma palavra e o objeto que uma palavra representa é resultado da habilidade dos neurônios e sinapses de entender e criar associações.[15] No entanto, essa *arquitetura associativa* do cérebro também contribui para explicar por que confundimos conceitos relacionados e por que é mais difícil lembrar o nome *Baker* que a profissão *padeiro (baker).*

As falhas da memória estão longe de ser o único bug cerebral associado à forma como o cérebro armazena informações. Como veremos, nossas opiniões e decisões são vítimas de influências arbitrárias e imprevisíveis. Por exemplo, sem qualquer justificativa, nosso julgamento quanto ao sabor de um vinho é influenciado pelo preço da garrafa.[16] A arquitetura associativa do cérebro também está intimamente ligada à nossa suscetibilidade à propaganda, que, em grande parte, se baseia em criar associações dentro do cérebro entre produtos específicos e qualidades desejadas, como conforto, beleza ou sucesso.

A EVOLUÇÃO *É* UM HACKER

Os neurônios e as sinapses são produtos do modelo evolutivo. Mas, apesar da complexidade e sofisticação do sistema nervoso e da diversidade e beleza impressionantes das formas de vida que habitam o planeta Terra hoje, o processo evolutivo, como “projetista”, pode ser bastante desastrado. Por bilhões de anos, a vida tem sido moldada com cautela por tentativa e erro, cada sucesso à custa de um número muito superior de monstruosos becos sem saída. Mesmo os sucessos estão crivados de imperfeições: mamíferos aquáticos que não conseguem respirar

debaixo da água, bebês humanos cuja cabeça é grande demais para passar pelo canal de parto, e um ponto cego em cada retina. O processo evolutivo não encontra soluções eficientes: ele estabelece soluções que dão a um indivíduo alguma vantagem reprodutiva sobre os demais.

Considere o problema de fazer com que um ganso recém-nascido saiba quem é sua mãe (uma informação importante, já que seria uma boa ideia ficar perto de quem vai alimentá-lo, aquecer e ensinar a voar nas próximas semanas). A solução dada pela natureza foi os filhotes *marcarem* os primeiros objetos que veem se movendo durante as primeiras horas fora do ovo. Porém, essa tática poderia sair pela culatra. Os filhotes de ganso poderiam acabar seguindo um cachorro, um ganso de brinquedo ou o neuroetologista Konrad Lorenz, se um deles fosse visto primeiro. Uma solução mais sofisticada seria fornecer aos filhotes de ganso um modelo natural melhor de como seria a aparência de uma mamãe ganso. Essa marcação é um atalho evolutivo: uma solução que resolve o problema e é fácil de implantar, mas que pode se tornar um ponto fraco no projeto geral; muitas vezes, é o caso de uma solução desenvolvida pela evolução não ser a que um projetista inteligente escolheria.

Uma engenheira aeronáutica que se dedique à tarefa de desenvolver um novo avião começará por análises teóricas sobre empuxo, sustentação e arrasto. Em seguida, ela construirá modelos e fará experimentos. E o mais importante: à medida que o projeto evoluir, os componentes serão montados, ajustados e testados enquanto o avião ainda estiver em segurança no solo. A evolução não pode se dar a esse tipo de luxo. À medida que uma espécie evolui, o processo deve ocorrer “durante o voo”. Cada modificação sequencial deve ser inteiramente funcional e competitiva. O neurocientista David Linden descreveu o cérebro humano como uma progressiva acumulação de soluções de contorno ou remendos temporários, as famosas gambiarras.[17] Durante a evolução do cérebro, novas estruturas foram colocadas sobre estruturas funcionais mais antigas, o que gerou redundâncias, desperdício de recursos, complexidade desnecessária e, às vezes, soluções

conflitantes para o mesmo problema. Além disso, à medida que surgiram novas exigências de cálculos, elas tiveram de ser implantadas com o hardware atual. Não houve troca de analógico para digital ao longo do caminho.

Com certeza, os seres humanos não foram os únicos animais que acabaram tendo bugs cerebrais em função do processo de modelo evolutivo com soluções de contorno. Você já deve ter observado uma mariposa fazendo o voo de despedida em direção a uma lâmpada ou à chama de uma vela. As mariposas usam a inalcançável luz da Lua como guia, mas a luz de uma lâmpada, que conseguem alcançar, pode desligar seu sistema de navegação interna e causar a sua morte.[18] Os gambás, quando confrontados pela aproximação rápida de veículos a motor, são conhecidos por marcarem o terreno, realizarem uma manobra de 180 graus, levantarem o rabo e lançarem seu líquido contra o carro que se aproxima. Esses bugs, como muitos bugs do cérebro humano, ocorrem porque alguns animais estão vivendo, hoje em dia, em um mundo para o qual a evolução não os preparou.

Outros bugs do cérebro no reino animal são mais enigmáticos. Talvez, em alguma ocasião, você já tenha tido a oportunidade de ver um rato correndo vigorosamente em uma roda de exercício. Todo mundo que já teve um camundongo de estimação sabe que ele vai ficar correndo no lugar por horas a fio, e é provável que tenha se perguntado por que o bicho dedica tanto tempo e energia correndo na roda. Uma resposta um pouco antropocêntrica poderia ser: *ora, o pobre sujeito está entediado; o que mais ele poderia fazer?* Porém, a devoção do camundongo à corrida na roda parece mais uma obsessão do que um escape para o tédio. Há algumas décadas, foi demonstrado que, quando os camundongos têm acesso à comida durante uma hora por dia, podendo comer quanto quiserem, conseguem continuar com a vida um tanto saudável de ratos de laboratório. Entretanto, se uma roda de corrida é colocada em suas casinhas, em geral eles morrem em poucos dias. A cada dia, eles tendem a correr cada vez mais e acabam morrendo por hipotermia e fome. Embora os ratos que tenham uma roda de exercício em sua gaiola sejam muito mais ativos, na verdade vão comer menos

durante o período de uma hora do que os que não têm roda para correr.[19] É claro que a corrida não reflete um interesse saudável pela atividade aeróbica. Os ratos e camundongos são espécies muito bem-sucedidas. Junto com os humanos e as baratas, poucos animais conseguiram sobreviver e prosperar em cantos tão diferentes do planeta. Eles são animais perfeitamente adaptáveis e resilientes; como podem ser tão tolos a ponto de serem atraídos para a morte por uma roda de corrida? É óbvio que as rodas de corrida atingem algum circuito neural que nunca foi testado de maneira adequada, já que não há precedentes na história evolutiva dos roedores.

Como as mariposas que voam em direção à luz e os gambás atropelados se reproduzem menos do que os outros, é provável que os bugs no seu cérebro acabem sendo corrigidos. Mas como projetista, a evolução é deficiente por conta de sua notória lentidão. A estratégia original que a evolução usa para gerar criaturas que não comam lesmas venenosas amarelas é deixar os que comem adoecerem ou morrerem e, assim, produzirem menos crias. Esse processo pode levar dezenas de milhares de gerações para ser implantado e, se a lesma algum dia mudar de cor, o processo terá de começar de novo. A solução inteligente da evolução para sua própria lentidão foi o aprendizado: muitos animais aprendem a evitar presas venenosas após mordiscar uma delas primeiro ou, melhor ainda, aprendem quais alimentos são seguros observando o que sua mãe come. O aprendizado permite que os animais se adaptem ao ambiente dentro da expectativa de vida do indivíduo - mas apenas até certo grau. Como as mariposas, que continuam a voar em direção à chama de uma vela, ou os gambás, que insistem em expelir a substância malcheirosa contra os carros que se aproximam, muitos comportamentos são bastante inflexíveis porque estão entranhados nos circuitos cerebrais. Veremos, por exemplo, que os homens têm tendência inata a temer o que já representou uma ameaça significativa para sua vida e bem-estar: predadores, cobras, espaços fechados e estranhos. Coisas que, no mundo moderno de acidentes de carro e ataques cardíacos, deveriam representar a menor das preocupações. Como efeito do ritmo lento

da evolução, muitos animais, inclusive os homens, estão rodando hoje o que poderíamos chamar de sistema operacional neural incrivelmente arcaico.

Para entender o que quero dizer por sistema operacional neural, a analogia com computadores será útil de novo (embora possa induzir a erros). As tarefas que um computador realiza são determinadas pelo hardware e software; o hardware se refere aos componentes físicos, como chips e discos rígidos, e o software se refere a programas ou instruções que estão armazenados no hardware. O sistema operacional de um computador é o software mais importante: o programa principal que fornece o conjunto mínimo de funções físicas do computador e a capacidade de rodar um número quase infinito de programas adicionais. Quando falamos de sistema nervoso, a diferença entre hardware e software é, no mínimo, confusa. Seria tentador pensar nos neurônios e sinapses como hardwares, já que são os componentes tangíveis do cérebro. Mas cada neurônio e cada sinapse têm uma personalidade individual determinada pelo desenvolvimento e pela natureza. Os neurônios e as sinapses mudam à medida que aprendemos, e suas propriedades, por sua vez, determinam quem somos e como nos comportamos - os programas que o cérebro roda. Assim, os neurônios e sinapses também são os softwares do cérebro.

Uma analogia mais significativa entre computadores e o cérebro poderia ser a comparação entre o hardware *e* o sistema operacional do computador com o programa geneticamente codificado que contém as instruções de como construir um cérebro. O hardware e o sistema operacional são entidades bastante frequentes no computador e não foram projetadas para serem alteradas com facilidade ou regularidade. De forma parecida, o projeto genético que orienta o desenvolvimento e a operação do sistema nervoso é muito mais rígido. Esse sistema operacional neural estabelece tudo, desde o tamanho aproximado do córtex frontal às regras que determinam como a experiência irá moldar a personalidade de bilhões de neurônios e trilhões de sinapses. As instruções genéticas codificadas em nosso DNA também são responsáveis pelas características muito menos tangíveis da mente humana, como o

fato de gostarmos de sexo e não gostarmos de arranhar as unhas na lousa. Nosso sistema operacional neural assegura que todos nós tenhamos o mesmo conjunto de impulsos e emoções básicos. A evolução teve de fornecer uma receita cognitiva que sintonizasse esses impulsos e emoções: para equilibrar medo e curiosidade, estabelecer uma negociação entre decisões racionais e irracionais, ponderar entre a ganância e o altruísmo e definir uma investigação um pouco evasiva e inconstante, que mistura amor, ciúme, amizade e confiança. Qual é o equilíbrio ideal entre medo e curiosidade? Ao longo da evolução, a curiosidade motivou o desejo de explorar e a capacidade de se adaptar a novos horizontes, enquanto o medo protegeu os animais de um mundo cruel, cheio de aspectos que seria melhor deixar de lado. A evolução enfrentou a difícil tarefa de equilibrar impulsos e comportamentos opostos para lidar com uma infinidade de cenários futuros em um mundo imprevisível e fluido. O resultado não foi um equilíbrio fixo, mas um conjunto de regras que permitiram que o desenvolvimento moldasse nossa natureza.

Como nós, *Homo sapiens* (em oposição aos nossos primos extintos homens de Neandertal), hoje dominamos o planeta, parece provável que a evolução nos tenha dotado com um sistema operacional bem sintonizado para o sucesso em termos de sobrevivência e reprodução.

Porém, hoje vivemos em um mundo que o primeiro *Homo sapiens* não reconheceria. Como espécie, viajamos ao longo do tempo, partindo de um mundo sem nomes e números para um mundo baseado, em grande parte, em nomes e números; de um mundo em que obter comida era a principal preocupação para um mundo em que o excesso de comida é uma causa comum de possíveis problemas fatais de saúde; de um tempo em que as crenças sobrenaturais eram a única maneira de “explicar” o desconhecido para um que pode ser, em grande parte, explicado pela ciência. Ainda assim, continuamos rodando, em essência, o mesmo sistema operacional neural. Embora hoje vivamos em um tempo e um lugar para o qual não fomos programados para viver, o conjunto de instruções escritas em nosso DNA sobre como construir um cérebro é o mesmo de 100 mil anos atrás, o que levanta a

seguinte questão: até que ponto o sistema operacional neural estabelecido pela evolução está bem sintonizado com o mundo digital, sem predadores, com excesso de açúcar, cheio de efeitos especiais, cercado de antibióticos, saturado pela mídia e densamente povoado que conseguimos construir para nós mesmos?

Como veremos nos próximos capítulos, nossos bugs cerebrais variam desde os menos nocivos até os que têm efeitos drásticos em nossa vida. A arquitetura associativa do cérebro contribui para dificultar a memória e facilitar os políticos e as empresas a manipularem nossas crenças e comportamentos. Nossas fracas habilidades numéricas e avaliação distorcida do tempo contribuem para a propensão a tomarmos péssimas decisões financeiras pessoais e para políticas ruins de meio ambiente e saúde. Nossa tendência inata a temer os que são diferentes de nós afeta nosso julgamento e influencia não só nossa escolha de voto como a decisão de ir ou não para a guerra. Nossa predisposição, que parece intrínseca, de se envolver com crenças sobrenaturais tende a substituir as partes do cérebro mais inclinadas à racionalidade, algumas vezes com resultados trágicos.

Em alguns casos, esses bugs são evidentes; em muitas situações, porém, o cérebro não revela suas próprias falhas. Como um pai que filtra com cuidado as informações a que o filho tem acesso, o cérebro edita e censura boa parte da da informação com que alimenta a mente consciente. Da mesma forma que seu cérebro provavelmente editou e retirou o “da” a mais da frase anterior, em geral estamos alegremente alheios aos fatores irracionais e arbitrários que governam nossas decisões e comportamentos. Ao expor os bugs do cérebro, temos mais capacidade de explorar nossos pontos fortes naturais e de reconhecer nossas falhas, para que possamos nos concentrar na melhor forma de resolvê-las. Explorar nossas limitações cognitivas e pontos cegos mentais também faz parte da busca pelo autoconhecimento. Pois, nas palavras do grande neurocientista espanhol Santiago Ramón y

Cajal: “Enquanto o cérebro for um mistério, o universo - reflexo da estrutura do cérebro - também será um mistério.”

---

1 *Nota do Tradutor:* Em inglês, Baker pode ser o nome de uma pessoa ou a profissão de padeiro; da mesma forma, Farmer pode ser um nome ou a ocupação de fazendeiro.

1

A rede de memória

Estive no Canadá para abrir o show do Miles Davis. Quer dizer... Kilometers Davis. Parafraseei essa piada do comediante Zach Galifianakis. Fica mais fácil entendê-la por meio de duas associações: *quilômetros/milhas (kilometers/miles)* e *Canadá/quilômetros.* Precisamos lembrar, consciente ou inconscientemente, que, ao contrário dos Estados Unidos, o Canadá usa o sistema métrico; por isso, a substituição de *miles* por *kilometers* ou, nesse caso, "Miles". Um dos muitos ingredientes ardilosos do humor é o uso de transições e associações que fazem sentido, mas que são inesperados.[1]

Outro princípio básico da comédia é voltar a um tema recente. Os apresentadores de talk shows e os comediantes de *stand-up* em geral fazem piada sobre um assunto ou uma pessoa e, alguns minutos depois, voltam ao assunto ou pessoa em um contexto diferente e inesperado para gerar o efeito humorístico. No entanto, a mesma referência não teria graça se não tivesse sido mencionada poucos minutos antes.

Mas o que o humor nos diz sobre o funcionamento do cérebro? Ele revela dois pontos fundamentais sobre memória e cognição

humanas, e ambas também podem ser demonstradas de forma não muito engraçada da seguinte maneira:

Responda em voz alta às duas perguntas a seguir e depois diga a primeira coisa que vier à cabeça na resposta da frase 3:

1. Em que continente fica o Quênia?

2. Quais são as duas cores opostas no jogo de xadrez?

3. Diga o nome de um animal.

Cerca de 20% das pessoas respondem “zebra” para a frase 3, e por volta de 50% falam um animal originário da África.[2] Porém, quando precisam dizer o nome de um animal em qualquer outra situação, menos de 1% das pessoas responde “zebra”. Em outras palavras, ao direcionar sua atenção para a África e para as cores preta e branca, é possível manipular sua resposta. Como de costume na comédia, esse exemplo oferece duas percepções fundamentais sobre a memória e a mente humanas que serão temas recorrentes neste livro. Em primeiro lugar, o conhecimento é armazenado de forma associativa: conceitos relacionados (zebra/ África, quilômetros/milhas) estão ligados entre si. Em segundo lugar, pensar em um conceito, de alguma maneira, se estende a outros conceitos relacionados, tornando-os mais prováveis de serem lembrados. Juntos, esses dois fatos explicam por que pensar na África torna maior a probabilidade de “zebra” vir à cabeça se for pedido que, em seguida, você pense em qualquer animal. Esse fenômeno inconsciente e automático é conhecido como *priming*[2] Como comentou um psicólogo: “O*priming* afeta tudo o que fazemos, desde o momento em que acordamos até a hora em que vamos dormir; mesmo dormindo, ele pode afetar nossos sonhos.”[3]

Antes de continuarmos culpando a natureza associativa da memória por nossa tendência a confundir conceitos relacionados e tomar decisões sujeitas a influências imprevisíveis e irracionais, vamos analisar de que são feitas as memórias.

MEMÓRIA SEMÂNTICA

Até meados do século XX, a memória, com frequência, foi estudada como fenômeno unitário isolado. Agora sabemos que há dois grandes tipos de memória. Saber um endereço, um número de telefone e a capital da Índia são exemplos do que chamamos de memória *explícita* ou *declarativa*. Como o próprio nome sugere, as memórias declarativas são acessadas por lembrança consciente ou descrição verbal: se alguém não souber a capital da Índia, podemos lhe dizer que é Nova Déli. Por outro lado, tentar dizer para alguém como andar de bicicleta, reconhecer um rosto ou fazer malabarismo com tochas acesas não é muito diferente do que tentar explicar cálculo para um gato. Andar de bicicleta, distinguir rostos de homens e mulheres, e malabarismo são exemplos de memória *implícita* ou *não declarativa.*

A existência desses dois sistemas independentes de memória dentro do cérebro pode ser identificada como introspecção. Por exemplo, decorei meu número de telefone e posso com facilidade passá-lo a alguém, dizendo a sequência de dígitos. A senha de minha conta bancária também é uma sequência de dígitos, mas como não costumo dar o número para ninguém e como a uso apenas para digitar em um teclado numérico, fiquei famoso por "esquecer" a senha nas raras ocasiões em que preciso escrevê-la. Ainda assim, sei a minha senha e consigo digitá-la no teclado (na verdade, posso simular que estou digitando para me lembrar dela). O número de telefone é armazenado de forma explícita na memória declarativa; a senha "esquecida" é armazenada de forma implícita como um padrão motor na memória não declarativa.

Talvez você tenha problemas para responder à pergunta: Qual tecla está à esquerda da letra J no teclado do seu computador? Presumindo que você saiba digitar, o cérebro sabe exatamente quais teclas estão ao lado de cada uma, mas pode não estar disposto a lhe dizer. Se você imitar os movimentos quando finge digitar *hesitar,* é provável que descubra. A estrutura do teclado está armazenada na memória não declarativa, a menos que você tenha explicitamente decorado a disposição das teclas. Nesse caso, ela também estará armazenada na memória declarativa. As formas declarativa e não declarativa da memória estão subdivididas em

mais tipos, mas vou me concentrar em especial em um tipo de memória declarativa, chamada memória *semântica*, usada para armazenar a maioria do conhecimento sobre significados e fatos, inclusive os de que as zebras vivem na África, de que Baco é o deus do vinho ou de que, se seu anfitrião lhe oferece ostras de Rocky Mountain, ele está lhe dando testículos de boi.

Como essas informações estão armazenadas no cérebro? Poucas questões são mais profundas. Qualquer pessoa que tenha testemunhado o lento e fatal "desaparecimento" da alma de um doente com Alzheimer sabe que a essência da personalidade e das memórias está interligada de forma insolúvel. Por isso, a questão sobre como as memórias estão armazenadas no cérebro é o Santo Graal da neurociência. Mais uma vez, me baseio no conhecimento sobre computadores para fazer comparações.

A memória exige um mecanismo de armazenamento, um tipo de modificação de um meio físico, seja fazer furos nos antigos cartões de computador, queimar um ponto microscópico em um DVD ou carregar e descarregar transistores em um *flash drive*. Além disso, precisa haver um código: uma convenção que determine como as mudanças no meio físico serão traduzidas em algo que tenha significado, que depois possa ser recuperado e utilizado. Um número de telefone anotado em um Post-it representa um tipo de memória; a tinta absorvida pelo papel é o mecanismo de armazenamento; o padrão correspondente aos números é o código. Para alguém que não esteja familiarizado com os números arábicos (o código), a memória armazenada não terá qualquer significado, assim como os rabiscos de uma criança. No caso de um DVD, a informação é armazenada como uma longa sequência de 0s e 1s, que corresponde à presença ou ausência de um "buraco" queimado na superfície reflexiva do DVD. A presença ou a ausência desses buracos, porém, nada nos diz a respeito do código: essa sequência codificaria fotos de família, música ou as senhas de contas na Suíça? Precisamos saber se os arquivos estão em jpeg, mp3 ou formato de texto. De fato, a lógica por trás de arquivos criptografados é que a sequência de 0s e 1s seja alterada de acordo

com alguma regra e, se você não conhecer o algoritmo para colocar em ordem, a memória física será inútil.

A importância de entender tanto o mecanismo de armazenamento quanto o código fica bem clara em outro famoso sistema de armazenamento de informações: os genes. Quando Watson e Crick elucidaram a estrutura do DNA em 1953, eles demonstraram como as informações, representadas por sequências de quatro nucleotídeos (simbolizados pelas letras A, C, G e T), estavam armazenadas em termos moleculares. No entanto, não decifraram o código genético; o fato de entender a estrutura do DNA não revelou o que essas letras significavam. Essa questão foi respondida nos anos 1960, quando o código genético que traduzia as sequências de nucleotídeos em proteínas foi decifrado.

Para compreender a memória humana, precisamos determinar as mudanças que ocorrem no meio físico da memória do cérebro quando as memórias são armazenadas e descobrir o código utilizado para escrever as informações. Embora não tenhamos completa compreensão de nenhum desses aspectos, sabemos o suficiente para fazer um esboço.

ARQUITETURA ASSOCIATIVA

O cérebro humano armazena conhecimento factual sobre o mundo de forma relacional. Isso é, um item é armazenado em relação a outros, e seu significado deriva dos outros itens aos quais está associado.[4] De certa maneira, essa estrutura de relações está espelhada na World Wide Web. Da mesma forma que ocorre em muitos sistemas complexos, podemos pensar na World Wide Web como uma rede de muitos nódulos (páginas ou sites), e cada um interage (links), de alguma forma, com um subconjunto de outros nódulos.[5] A forma como os nódulos se ligam uns aos outros está longe de ser randômica. Um site sobre futebol terá links com outros sites afins, como os de times de todo o mundo, resultados recentes de partidas e outros esportes. É bastante improvável que tenha links com páginas sobre origami ou hidropônica. O padrão de links entre os sites carrega bastante informação. Por exemplo, dois sites

aleatórios que tenham links em comum para muitos sites apresentam probabilidade muito maior de tratar do mesmo assunto do que dois sites que não compartilhem nenhum link. Assim, os sites poderiam ser organizados de acordo com a quantidade de links que compartilham. Esse mesmo princípio também fica evidente nas redes sociais. No Facebook, por exemplo, pessoas (os nódulos) da mesma cidade ou que frequentaram a mesma escola têm maior probabilidade de serem amigas (os links) do que pessoas de outros lugares ou de escolas diferentes. Em outras palavras, sem ler uma única palavra do perfil da Maria, você pode saber muito sobre ela vendo sua lista de amigos. Seja a World Wide Web ou o Facebook, uma quantidade enorme de informações sobre qualquer nódulo está contida na lista de links que entram ou saem dele.

Podemos explorar, em pequeno grau, a estrutura de nossa própria rede de memória por meio de livre associação. Quando faço uma livre associação com a palavra *zebra,* meu cérebro responde *animal, preto e branco, listras, África* e *comida de leão.* Como se estivesse clicando nos links de uma página da Web, por meio da livre associação, estou lendo os links que meu cérebro estabeleceu entre *zebra* e outros conceitos. Os psicólogos tentaram mapear quais conceitos estão em geral associados; um desses esforços ligou milhares de palavras a milhares de objetos e desenvolveu um enorme banco de dados de livre associação.[6] Esse resultado pode ser imaginado como uma rede complexa composta por mais de 10 mil nódulos. A Figura 1.1 mostra um pequeno subconjunto dessa rede semântica. Um número identifica a força associativa entre pares de palavras, de 0% (sem ligação) a 100%, que são representados pela espessura das linhas. Ao receberem a palavra *cérebro,* 4% das pessoas responderam *mente*, uma força associativa mais fraca do que *cérebro/cabeça,* que teve impressionantes 28%. No diagrama não há ligação direta entre cérebro e bug (ninguém pensou em *bug* ao receber a palavra *cérebro).* Porém, são mostrados dois caminhos indiretos possíveis que permitiriam a alguém “viajar” do cérebro até o bug (com o significado “inseto”). Embora a rede apresentada tenha sido construída a partir de milhares de pessoas, cada uma possui sua

própria rede semântica, que reflete experiências individuais únicas. Assim, embora as conexões entre cérebro e bug nos cérebros sejam indiretas em quase todas as pessoas, é possível que esses nódulos possam ter ficado fortemente ligados em meu cérebro por causa da associação que tenho agora entre eles (dentre as palavras que vêm à minha cabeça quando faço livre associação com *cérebro* estão: *complexo, neurônio, mente* e *bug).*

Figura 1.1 Rede semântica. As linhas que saem de uma palavra (a sugestão) se conectam às palavras (os alvos) associadas a ela com mais frequência. A espessura de cada linha entre a sugestão e o alvo é proporcional ao número de pessoas que pensaram nesse alvo em resposta à palavra sugerida. O diagrama começou com a sugestão *cérebro,* e mostra dois caminhos até o alvo *bug* (inseto). O diagrama foi baseado no banco de dados da University of South Florida Free Association Norms [Nelson *et al.,* 1998].

Os nódulos e os links são conceitos abstratos convenientes para descrever a estrutura da memória semântica humana. Porém, o cérebro é feito de neurônios e sinapses (Figura 1.2). Assim, precisamos ser mais explícitos sobre a que correspondem os nódulos e os links na realidade. Os neurônios são as unidades computacionais do cérebro (células especializadas que, em qualquer momento, podem ser consideradas "ligadas" ou "desligadas"). Quando um neurônio está "ligado", ele dispara uma *ação potencial* (que corresponde a um rápido aumento de um

milésimo de segundo ou menos na voltagem do neurônio) e está no processo de se comunicar com outros neurônios (ou músculos). Quando um neurônio está “desligado”, ele pode estar ouvindo o que dizem os outros neurônios, mas está mudo. Os neurônios conversam entre si por meio das *sinapses* (os contatos entre eles). Pelas sinapses, um único neurônio consegue incentivar outros a “manifestarem-se” e gerarem suas próprias ações potenciais. Alguns neurônios recebem sinapses de mais de 10 mil outros neurônios. Se quiser construir um dispositivo de computação no qual a informação seja armazenada de forma relacional, o melhor será construir com neurônios.
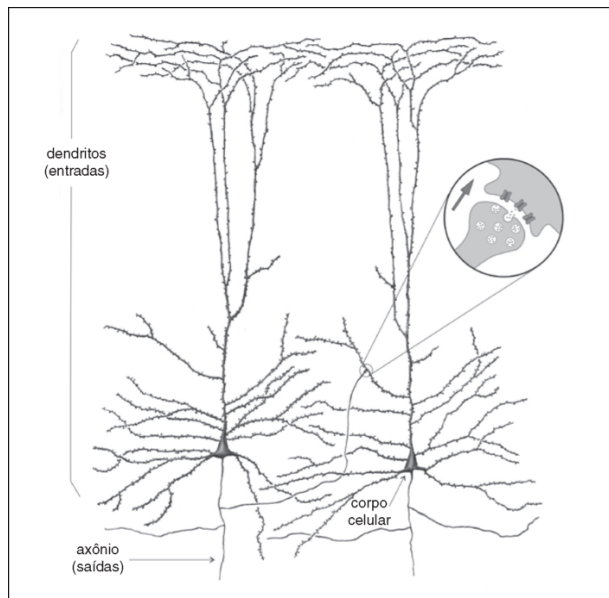
Figura 1.2 Os neurônios recebem estímulos dos dendritos e enviam emissões pelos axônios. O ponto de contato entre dois neurônios corresponde à sinapse. Quando o neurônio pré-sináptico (à esquerda; o "emissor”) dispara uma ação potencial, ele libera vesículas de neurotransmissores para o neurônio pós-sináptico (à direita; o "receptor”). Os dendritos em geral possuem protuberâncias (espinhas) onde as sinapses são formadas, enquanto os axônios são lisos. Nos humanos, o corpo celular de um neurônio piramidal tem cerca de 0,02 milímetro, mas a distância do corpo celular até a ponta dos dendritos pode ser em torno de 1 milímetro.

O que seria o nódulo “zebra” em termos de neurônios? Um neurônio de seu cérebro representaria o conceito de *zebra* enquanto outro representaria o de sua *avó*? Não. Embora não entendamos de fato como o cérebro codifica o número quase infinito de possíveis objetos e conceitos que podemos conceber, está claro que cada conceito, como *zebra*, fica codificado pela atividade de uma população de neurônios. Assim, podemos pensar no nódulo “zebra” como um grupo confuso de neurônios: um agrupamento de neurônios interligados (não necessariamente próximos entre si). Além disso, da mesma forma que um indivíduo pode, ao mesmo tempo, ser membro de vários grupos sociais distintos (ciclistas, texanos e sobreviventes do câncer), dado neurônio pode ser membro de muitos nódulos diferentes. O neurocirurgião da UCLA Itzhak Fried apresentou um sinal do relacionamento entre neurônios e nódulos. Ele e seus colegas fizeram registros de neurônios isolados no córtex de seres humanos enquanto olhavam fotos de indivíduos famosos. Alguns neurônios ficavam ativos sempre que a foto de uma celebridade específica era mostrada. Por exemplo, um neurônio disparava em reação a qualquer foto da atriz Jennifer Aniston, enquanto outro neurônio, na mesma área, reagia a qualquer foto de Bill Clinton.[7] Em outras palavras, sem saber para que foto o paciente estava olhando, os pesquisadores podiam ter uma boa ideia de quem era a celebridade observando quais neurônios estavam ativos. Podemos nos aventurar a dizer que o primeiro neurônio fazia parte do nódulo “Jennifer Aniston” e que o outro era membro do nódulo “Bill Clinton”. É importante destacar, porém, que mesmo aqueles que faziam parte dos nódulos da Jennifer Aniston ou de Bill Clinton podiam disparar também em reação a uma imagem totalmente diferente.

Se os nódulos correspondem a grupos de neurônios, é provável que você já tenha deduzido que as sinapses correspondem aos links. Se os nódulos “cérebro” e “mente” estão fortemente associados, podemos esperar fortes conexões sinápticas entre os neurônios que representam esses nódulos. A correspondência entre nódulos e neurônios e entre links e sinapses fornece uma estrutura para entender o mapeamento entre redes semânticas no nível

psicológico e os elementos biológicos fundamentais do cérebro. Porém, é importante enfatizar que esse cenário é bastante simplificado.[8]

FAZENDO CONEXÕES

As informações estão contidas na estrutura da World Wide Web e nas redes sociais porque, em algum momento, as pessoas estabeleceram links entre suas páginas e as páginas relevantes ou "ficaram amigas" de pessoas com a mesma mentalidade. No entanto, quem interligou os nódulos "zebra" e "África"? A resposta para essa pergunta nos leva para o cerne da seguinte questão: Como a memória está fisicamente armazenada no cérebro?

Embora possa ser um erro concluir que o enigma do armazenamento na memória tenha sido resolvido, agora podemos afirmar com segurança que a memória de longo prazo se baseia na *plasticidade sináptica:* a formação de novas sinapses ou o fortalecimento (ou enfraquecimento) das que já existiam.[9] Hoje é grande a aceitação do fato de que a plasticidade sináptica está entre as formas mais importantes de armazenamento de informações pelo cérebro. Esse consenso nem sempre existiu. A busca pela resposta de como o cérebro armazena informação é cheia de reviravoltas. Ainda nos anos 1970, alguns cientistas acreditavam que as memórias de longo prazo eram armazenadas como sequência de nucleotídeos que compunham o DNA e o RNA. Em outras palavras, eles acreditavam que nossas memórias eram guardadas no mesmo meio físico das instruções da própria vida. Quando o animal aprendia algo, essa informação seria, de alguma forma, traduzida nos segmentos do RNA (a classe de moléculas que, entre outras funções, traduz o que está escrito no DNA em proteínas). Na verdade, a questão de como as memórias são recuperadas depois de armazenadas no RNA não era abordada. Ainda assim, raciocinou-se que, se as memórias de longo prazo ficavam armazenadas como RNA, esse RNA poderia ser isolado de um animal, injetado em outro, e pronto: o receptor ficaria sabendo o que o animal doador havia aprendido. Para perplexidade geral, vários

estudos publicados nas mais respeitadas revistas científicas relatam que memórias foram transferidas com sucesso de um rato para outro, triturando o cérebro do “doador de memória” e injetando-o no do receptor.[10] Basta dizer que essa hipótese foi um infeliz desvio na busca da compreensão de como o cérebro armazena informações.

Não é coincidência que o conceito atual de que o cérebro registra informações através da plasticidade sináptica se encaixe muito bem com o da arquitetura associativa da memória semântica. Aprender novas associações (novos links entre os nódulos) poderia corresponder ao fortalecimento de sinapses muito fracas ou à formação de novas. Para entender esse processo, precisamos nos aprofundar mais nos detalhes sobre o que fazem as sinapses e como fazem. As sinapses são a interface entre dois neurônios. Parecidas com o aparelho telefônico, composto de um alto-falante que envia um sinal para fora e um microfone que recebe um sinal, as sinapses também são compostas de duas partes: a do neurônio que envia um sinal e a do que recebe o sinal. O fluxo de informações em determinada sinapse é unidirecional; a metade “mensageira” de uma sinapse vem do *neurônio pré-sináptico,* enquanto a metade “receptora” pertence ao *neurônio pós-sináptico.* Quando o neurônio pré-sináptico está “ligado”, ele libera uma substância química chamada neurotransmissor, que é detectado pela metade pós-sináptica de uma sinapse por um tipo de proteína chamada de *receptora,* que desempenha o papel dos microfones (consulte a Figura 1.2). Com essa configuração, um neurônio pré-sináptico pode sussurrar algo como “estou ligado; por que você não se liga também?” ou “estou ligado; peço que você mantenha a boca fechada”. A primeira mensagem seria mediada por uma *sinapse excitatória*; a segunda, por uma *sinapse inibitória.*

Para entender esse processo sob a perspectiva de um neurônio pós-sináptico isolado, vamos imaginar um participante de um programa de televisão de perguntas e respostas tentando decidir se escolhe a alternativa A ou B. O público pode participar, e alguns membros gritam “A”, enquanto outros gritam “B”, e outros não dizem nada. O participante, como um neurônio pós-sináptico, fica avaliando a votação do público (um conjunto de neurônios pré-

sinápticos) para decidir o que fazer. Mas o processo não é tão democrático. Algumas pessoas da plateia podem ter voz mais alta do que outras ou o participante pode saber que algumas pessoas são bastante confiáveis (esses indivíduos corresponderiam às sinapses fortes ou influentes). O comportamento de um neurônio específico é determinado pelo resultado líquido da soma do que milhares de neurônios pré-sinápticos o estão incentivando a fazer por meio das sinapses -algumas excitatórias, algumas inibitórias, algumas fortes e outras que geram um murmúrio quase inaudível (mas que juntas podem resultar em um rugido).

Embora a diferença entre neurônios pré e pós-sinápticos seja fundamental em uma sinapse (como distinguir os interlocutores em uma conversa), qualquer neurônio específico desempenha tanto o papel de emissor (pré-sináptico) como o de ouvinte (pós-sináptico). A analogia com o participante do jogo na televisão nos dá uma ideia da intercomunicação neural, mas nem chega a captar a verdadeira complexidade de neurônios reais incorporados em uma intrincada rede. Uma das muitas complexidades adicionais - talvez a mais importante - é o fato de que a força de cada sinapse não é fixa: as sinapses podem ficar mais fortes ou mais fracas com a experiência. Na analogia que usamos, isso seria representado pelo aprendizado do participante do jogo no decorrer de muitas perguntas, passando a prestar mais atenção em certas pessoas da plateia e ignorando outras.

Embora o termo *sinapse* não tivesse sido ainda cunhado, Santiago Ramón y Cajal sugeriu, no final do século XIX, que as memórias pudessem corresponder ao fortalecimento das conexões entre os neurônios.[11] Mas levou-se quase 100 anos para demonstrar de forma convincente que as sinapses são, de fato, plásticas. No início da década de 1970, os neurocientistas Tim Bliss e Terje Lomo observaram aumentos de longa duração na força das sinapses do hipocampo (região conhecida por contribuir para a formação de novas memórias) após os neurônios pré e pós-sinápticos serem fortemente ativados.[12] Esse fenômeno, chamado de *potenciação de longo prazo,* foi um exemplo de “memória sináptica” (essas sinapses “lembraram” que foram fortemente ativadas). Essa descoberta e

décadas de pesquisa contínua estabeleceram que as mudanças na força sináptica representam, de alguma forma, a versão do cérebro de queimar um furo na superfície reflexiva de um DVD.

Como ocorre com frequência nas ciências, essa importante descoberta levou a uma questão ainda mais desconcertante: se as sinapses são plásticas, como dois neurônios “decidem” se uma sinapse entre eles deve ficar mais forte ou mais fraca? Uma das descobertas científicas mais básicas do século XX forneceu uma resposta parcial para essa questão - uma resposta que oferece ideias fundamentais sobre o funcionamento do órgão que usamos para perguntar e responder todas as questões. Sabemos agora que a força sináptica entre os neurônios *X* e *Y* aumenta quando eles estão ativos quase ao mesmo tempo. Essa simples noção é chamada de regra de Hebb, em homenagem ao psicólogo canadense que recebeu o crédito por ser o primeiro a propô-la, em 1949.[13] A regra veio a ser parafraseada como “neurônios que disparam unidos permanecem unidos”. Imagine dois neurônios Pré1 e Pré2 que possuam sinapse com um mesmo neurônio pós-sináptico, Pós. A regra de Hebb diz que, se os neurônios Pré1 e Pós estão ativos ao mesmo tempo mas Pré2 e Pós não estão, a sinapse Pré1^Pós será forte, enquanto a sinapse Pré2^Pós será fraca.

Com frequência, as grandes descobertas na ciência são feitas repetidas vezes: cientistas que trabalham no mesmo problema chegam a respostas semelhantes quase ao mesmo tempo. A descoberta do cálculo é creditada a trabalhos independentes de Isaac Newton e Gottfried Leibniz, e Darwin foi estimulado a publicar sua obra-prima, *A origem das espécies,* por causa das ideias convergentes de Alfred Wallace. Com a descoberta de que as sinapses obedecem à regra de Hebb, não foi diferente. Em 1986, quatro laboratórios independentes publicaram pesquisas mostrando que uma sinapse fica mais forte quando seus parceiros pré e pós-sinápticos são ativados ao mesmo tempo.[14] Esses estudos estabeleceram a existência do que é chamado de *plasticidade sináptica associativa* e alimentaram milhares de outros estudos e muitas inovações ao longo das décadas seguintes.

Como uma sinapse “sabe” que os neurônios pré e pós-sinápticos estão ativos ao mesmo tempo e o que faz para ficar mais forte? O estabelecimento dessas associações neurais é um componente tão fundamental do funcionamento do cérebro que a evolução inventou uma “proteína associativa” - uma molécula encontrada em sinapses que consegue detectar quando os neurônios pré e pós-sinápticos estão ativos ao mesmo tempo. A proteína (um receptor do neurotransmissor excitatório glutamato, chamado *receptor NMDA*), funciona como uma porta, que abre somente se os neurônios pré *e* pós-sinápticos estiverem ativos quase ao mesmo tempo, o que permite a implantação da regra de Hebb. Podemos dizer que o receptor NMDA funciona de forma muito parecida com o booliano “e” utilizado em dispositivos de busca; isto é, ele somente retorna um resultado (ele abre) se duas condições forem satisfeitas (atividade nos neurônios pré *e* pós-sinápticos). Quando o receptor NMDA abre, é desencadeado um conjunto complexo de eventos bioquímicos que levam à potenciação de longo prazo de uma sinapse.[15] Graças às suas propriedades únicas, o receptor NMDA detecta as “associações” entre neurônios e é fundamental para a implantação da regra de Hebb e da plasticidade sináptica associativa.[16] Voltando para a analogia da rede social, se a regra de Hebb fosse aplicada ao Facebook, as pessoas que entrassem em suas contas ao mesmo tempo ficariam amigas automaticamente, criando, em última instância, uma rede de pessoas com agendas sincronizadas.

Agora podemos começar a avaliar como surgem as redes de memória semântica. Quando criança, como você aprendeu que uma criatura específica peluda, esnobe, de cauda longa e de quatro patas era chamada de “gato”? Em algum momento, durante os primeiros anos de vida, alguns neurônios em seu cérebro foram ativados pela visão de um gato, enquanto outros foram ativados ao ouvir a palavra *gato* (a princípio, os bebês não têm conhecimento de que os sons da palavra *gato* e a visão de um gato estão relacionados). De alguma maneira, em algum lugar ao longo do processo, seu cérebro descobre que os formatos auditivo e visual de “gato” eram, em certo sentido, equivalentes. Como isso ocorreu? É

provável que tenha sido graças à sua mãe. Pelo fato de ter insistido em dizer "Olha que gatinho lindo", nas primeiras 99 vezes que você viu um gato, ela assegurou que os neurônios auditivo e visual "gato" fossem ativados quase ao mesmo tempo. Entra a regra de Hebb e a plasticidade sináptica associativa: pelo fato de esses neurônios dispararem unidos, eles permaneceram unidos - ficaram conectados entre si com sinapses fortes. No final, os neurônios ativados pela palavra *gato* puderam ligar alguns dos neurônios estimulados pela visão de um gato, permitindo que você imaginasse a que sua mãe se referia quando dizia "gato", mesmo que a criatura temperamental estivesse fora de visão.[17]

Pude avaliar pela primeira vez a importância das associações no desenvolvimento infantil como resultado de um experimento psicológico não planejado e, sem dúvida, antiético realizado com minha irmã caçula. Desde os primeiros dias de vida, me dirigia a ela pelo apelido cruel de *Boba*. Em uma ocasião, quando ela estava com cerca de 3 anos, eu estava brincando no quintal da frente com um amigo, e ele gritou "Oba!". Minha irmã confundiu essa exclamação com "Boba", correu para o quintal e disse: "Sim?" Ainda me lembro de me sentir incomodado por dois pensamentos. Primeiro, eu deveria começar a chamá-la pelo nome correto e, segundo, ela realmente não teria como saber que *Boba* era uma expressão pejorativa e não o seu nome (ou um deles). Se alguém gera um som específico toda vez que interage com você, seu cérebro só pode construir uma associação entre essa palavra e você - o cérebro é programado para isso.

Uma das características engenhosas dessa arquitetura associativa é que ela se organiza por si só: a informação é categorizada, agrupada e armazenada de forma que reflita o mundo em que vivemos.[18] Se você vive na Índia, é provável que seu nódulo "vaca" esteja conectado ao nódulo "sagrado", mas se você vive no Rio Grande do Sul, é provável que seu neurônio "vaca" esteja fortemente conectado ao neurônio "carne". Por causa dessa habilidade de se organizar por si só, a memória humana é, de muitas maneiras, bem superior à estratégia sem sentido de tentarmos captar as experiências de forma precisa com uma câmera

de vídeo. A arquitetura associativa do cérebro assegura que a memória e o significado estejam interligados: os links são tanto o de memória *quanto* o de significado.

PRIMING: **ENTRANDO NO CLIMA**

Agora, que entendemos um pouco como as memórias são armazenadas e organizadas no cérebro, podemos voltar ao fenômeno do *priming*. O fato de podermos persuadir as pessoas a pensarem em zebra ao trazermos à tona pensamentos sobre a África e "branco e preto" não é apenas por conta de o conhecimento ser armazenado como uma rede de conceitos associados, mas pelo fato de a recuperação da memória ser um processo contagioso. De forma inteiramente inconsciente, a ativação do nódulo "África" propaga para os outros ligados a ele, aumentando a probabilidade de se pensar em uma zebra. Os psicólogos em geral estudam o *priming*, determinando a influência de uma palavra (o *prime*) no tempo que levamos para tomar uma decisão sobre a palavra seguinte (o alvo). Nesse tipo de experimento, sentamos em frente a uma tela de computador enquanto palavras e outros grupos de letras que não formam palavras (mas que soam como uma, como "caltério") são exibidos um a um. Precisamos decidir o mais rápido possível se o estímulo representa uma palavra real ou não. Quando a palavra *manteiga* é exibida, pode levar 0,5 segundo para responder. Mas se a palavra *pão* tiver sido exibida antes da apresentação de *manteiga,* seu tempo de reação poderá cair para 0,45 segundo. *Grosso modo*, esse aumento na velocidade ocorre porque a atividade no grupo de neurônios que codificam *pão* se espalha para conceitos relacionados, acelerando o reconhecimento da palavra *manteiga.* A capacidade de "pão" estimular "manteiga" pode não ser universal: essas palavras têm forte associação para os norte-americanos porque, em geral, colocam manteiga no pão e porque "pão com manteiga" é uma expressão bastante utilizada; mas é possível que haja pouco ou nenhum aumento na velocidade de reconhecimento com pessoas que vivem na China, onde é menos comum o hábito de passar manteiga no pão.

A propagação da atividade de um nódulo ativado para seus parceiros é de importância fundamental porque influencia quase todos os aspectos do pensamento, cognição e comportamento humanos. Dada sua importância, é lamentável que não saibamos de fato a que essa propagação, ou *priming,* corresponde em termos de neurônios e sinapses.[19] Uma teoria é que, durante a tarefa de *priming* semântico, quando os neurônios que representam “pão” são ativados, eles continuam a ser disparados mesmo depois de “pão” não estar mais visível. Como o eco que se dissipa, essa atividade vai diminuindo ao longo de um segundo ou mais e, durante esse período, os neurônios continuam a sussurrar para seus parceiros, de forma que os que representam “manteiga” recebam um impulso antes mesmo de a palavra “manteiga” ser exibida, e, assim, são disparados com mais rapidez.[20]

Independentemente dos mecanismos neurais precisos, a incorporação do *priming* no hardware do cérebro é clara. Gostando ou não, sempre que ouvir uma palavra, seu cérebro tentará, de forma inconsciente, antecipar o que pode vir em seguida. Assim, “pão” não irá apenas estimular “manteiga”, mas, dependendo das características de seus circuitos neurais, também estimulará “água”, “fatia” e “massa”. O *priming* nos capacita a rapidamente levar em conta o contexto em que as palavras ocorrem e resolver as ambiguidades naturais da língua. Na frase “Seu cachorro comeu meu cachorro-quente”, sabemos que o segundo uso de “cachorro” se refere a uma salsicha e não a um cachorro que esteja quente. O uso da palavra *comeu* na frase fornece o contexto - ela estimula a interpretação correta do segundo uso de “cachorro”, ajudando a estabelecer o significado apropriado da frase.

Pense em uma conversa que possa ter com alguém que nunca encontrou antes. À medida que o diálogo avança, o assunto vai mudando, estabelecendo o rumo da conversa. O que determina esse rumo? As interações humanas são estimuladas por muitos fatores complexos, mas existem padrões. Uma conversa pode começar com geografia (De onde você é?). Se a resposta for “Rio de Janeiro”, o assunto pode desviar para futebol ou carnaval. Se a resposta for “Paris”, o assunto poderá seguir sobre comida ou

museus. As transições nas conversas em geral são estimuladas pelo tema anterior. O mais importante, porém, é que essas transições dependem da estrutura específica das redes semânticas dos interlocutores. De fato, quando você conhece bem alguém, não é difícil extrair dessa pessoa determinada história ou assunto (ou impedir que ela conte a mesma história que você já ouviu um milhão de vezes), mencionando ou evitando certas palavras que evitariam o fenômeno de *priming.*

BUGS DE MEMÓRIA

Priming é uma das características mais valiosas do cérebro, mas também é responsável por muitos de nossos bugs cerebrais. Já vimos que podemos gerar falsas memórias porque confundimos palavras relacionadas. Dadas as palavras *linha, alfinete, afiado, seringa, costurar, palheiro, picar e injeção,* as pessoas muitas vezes insistem que “agulha” está entre elas. Lembrar a essência de algo é um recurso de memória bastante útil porque, em geral, a essência é o que, na verdade, importa. Vamos supor que você esteja se preparando para uma expedição e lhe digam que a floresta contém sucuris, urtiga venenosa, areia movediça, escorpiões, canibais, jacarés e roedores de tamanho incomum. Quando seu companheiro de viagem lhe perguntar se você acha melhor seguir pela floresta ou pelo rio, você pode não conseguir explicar todas as razões pelas quais o rio seria a melhor opção, mas o ponto principal será fácil de ser lembrado.

Em muitas circunstâncias, porém, lembrar a ideia central não é suficiente. Se seu companheiro pede para você comprar algumas coisas no caminho do trabalho para casa, não é suficiente lembrar a ideia central da lista. A harmonia familiar depende de você lembrar se pão *ou* manteiga era um dos itens. Para meu constrangimento, em certa ocasião, me vi cometendo um erro de memória como resultado claro do *priming* e da associação comum entre jacarés e crocodilos. Na intenção de comprar um sapato de plástico chamado “Crocs”, acabei perguntando para a atendente se eles vendiam “jacarés”.

Pelo fato de a experiência individual moldar nossas redes semânticas, pessoas diferentes podem apresentar suscetibilidades diferentes para determinados tipos de erros. Em um estudo realizado pelo psicólogo Alan Castel e seus colegas, voluntários receberam uma lista de nomes de animais para memorizar: *ursos, golfinhos, falcões, jaguares, carneiros*, e assim por diante - todos eles eram de animais adotados como nome de times de futebol americano. Não é de surpreender que as pessoas que gostavam de futebol tivessem apresentado desempenho melhor para decorar a lista (tudo indica que isso se deveu ao fato de terem um conjunto mais rico de links associados a cada nome de animal). No entanto, elas também demonstraram probabilidade maior de terem falsas memórias e, equivocadamente, acreditarem que águias e panteras (também nomes de times de futebol, mas que não faziam parte da lista) estariam incluídas.[21]

É provável que você tenha seus próprios exemplos de erros de memória causados pelas redes associativas vinculadas em seu córtex. Embora esses erros sejam irritantes, em geral não chegam a representar risco de vida. Mas, em alguns casos, pode ser perigoso. Paxil, Plavix, Taxol, Prozac, Prilosec, Zyrtex e Zyprexa estão na lista do Institute for Safe Medication Practice[3] dos nomes de remédios que são confundidos com frequência.[22] A confusão que médicos, farmacêuticos e pacientes fazem com relação a medicamentos é responsável por erros médicos, e até 25% dos erros de medicação estão relacionados com a confusão de nomes farmacêuticos. De fato, como parte do processo de aprovação de um novo medicamento, o Federal Drug Administration[4] filtra os nomes dos remédios para diminuir esse tipo de erro. Alguns deles estão baseados em erros de memória que surgem quando profissionais da medicina confundem medicamentos da mesma categoria: Paxil e Prozac são um tipo específico de antidepressivo, com mecanismos de ação semelhantes e, assim, é fácil relacionarmos seus nomes em nossas redes neurais. Outros erros resultam de medicamentos com nomes semelhantes, como Xanax e Zantac ou Zyrtex e Zyprexa. Nesse caso, os medicamentos podem compartilhar

associações porque o cérebro representa sua pronúncia ou ortografia utilizando nódulos similares.

A formação rochosa pendurada no teto de uma caverna é uma estalagmite ou estalactite? A protuberância na estrada é côncava ou convexa? O cara grande é o Penn ou o Teller? Por que confundimos as palavras que representam conceitos distintos mas relacionados? Porque, se dois conceitos não muito utilizados compartilham a maior parte de seus links (ortografia, pronúncia, contextos ou significado semelhantes), eles correm o risco de ficarem tão interligados que passam a ser indistinguíveis.

Agora podemos entender melhor as causas do paradoxo Baker/padeiro *(baker),* que mostra termos maior propensão a lembrarmos as profissões aos nomes - mesmo quando são representados pela mesma palavra. Ao longo da vida, a profissão de "padeiro" adquiriu muitas associações (pão, chapéu engraçado, dúzia, doce, acordar cedo). Ao contrário, o nome "Baker" fica quase isolado (a menos, claro, que seu nome seja esse). Em outras palavras, os nódulos "*baker*" são bem conectados, enquanto os nódulos "Baker" são solitários. É por isso que "Baker" é mais difícil de ser lembrado.[23] Mais links são ativados quando somos apresentados ao padeiro do que quando somos apresentados ao Sr. Baker. Maior número de links pode se traduzir em memória mais duradoura porque um número maior de sinapses são candidatas a se submeter à plasticidade sináptica. Um artifício mnemônico comum para lembrar nomes é associá-los com algo mais fácil de memorizar (Ricardo com rico ou Baker com padeiro). Esse truque pode funcionar porque "toma emprestados" links e sinapses de nódulos que, de outra forma, não seriam utilizados, aumentando o número de sinapses envolvidas no armazenamento de memória. Embora tenhamos de esperar pesquisas futuras para confirmar essa explicação, podemos começar a entender a causa de uma das características mais desacreditadas da memória humana: a dificuldade de lembrar nomes. A arquitetura associativa do cérebro oferece uma maneira potente para organizar e guardar conhecimento, mas, assim como uma página da Web com a qual

ninguém estabelece links, um nódulo sem muitos links é difícil de ser encontrado.

ASSOCIAÇÕES IMPLÍCITAS

O *priming* e a arquitetura associativa de nossa memória podem ter efeitos mais estranhos e de mais longo alcance do que os que surgem da confusão de conceitos e palavras relacionadas. Em geral, vemos a memória como uma fonte neutra de informações sobre o mundo, mas a maneira como a informação é armazenada pode influenciar nosso comportamento e nossas opiniões de um modo totalmente inconsciente.

Um exemplo simples de como a arquitetura associativa da memória influencia o modo de usarmos e acessarmos as informações armazenadas em nossas redes neurais é ilustrado pelo que chamamos de *teste de associação implícita*. Cada palavra na lista a seguir é uma flor ou um inseto, ou uma palavra com conotação "positiva" ou "negativa" (por exemplo, "útil" ou "desagradável"). Sua tarefa é classificar cada palavra tão rápido quanto possível, assinalando a coluna da esquerda se a palavra for uma flor ou se puder ser considerada algo positivo, e a coluna da direita se for um inseto ou representar algo negativo. Se estiver em um estado de espírito quantitativo, pode medir o tempo que leva para completar a primeira parte desse teste com 12 palavras.

	Flor ou Positivo	Inseto ou Negativo
LIBERDADE	□	□
ÍRIS	□	□
AMOR	□	□
OFENSA	□	□
FORMIGA	□	□
FEIO	□	□
TULIPA	□	□

ARANHA	◻	◻
SAÚDE	◻	◻
PERCEVEJO	◻	◻
VIOLETA	◻	◻
COLISÃO	◻	◻

A próxima parte do teste é a mesma, exceto que você deve assinalar a coluna da esquerda se for um inseto ou uma palavra positiva e a coluna da direita se for uma flor ou palavra negativa (se estiver marcando o tempo, cronometre também quanto leva para completar as próximas 12 palavras).

	Inseto ou Positivo	Flor ou Negativo
PULGA	◻	◻
SORTE	◻	◻
ROSA	◻	◻
OBSCENIDADE	◻	◻
PRAZER	◻	◻
MOSCA	◻	◻
ORQUÍDEA	◻	◻
ASSASSINO	◻	◻
MARGARIDA	◻	◻
ABELHA	◻	◻
PAZ	◻	◻
VENENO	◻	◻

Um teste de associação implícita real é mais estimulante do que a tarefa que você acabou de realizar, mas, mesmo na versão simplificada, você deve ter observado que, em geral, acabou sendo um pouco mais lento na segunda lista.[24] Estudos mostram que, em média, as pessoas são muito mais lentas e cometem mais erros

quando as respostas estabelecidas estão agrupadas de forma incongruente (nesse caso, de forma contrária ao entendimento da maioria das pessoas de que as flores são agradáveis e os insetos desagradáveis).

Um dos primeiros estudos que investigaram os efeitos das associações implícitas verificou se os coreanos norte-americanos e os japoneses norte-americanos responderiam em tempos diferentes por conta dos estereótipos culturais. O psicólogo Anthony Greenwald e seus colegas raciocinaram que os coreanos e os japoneses norte-americanos poderiam ter atitudes opostas (e, de maneira implícita, associações diferentes em suas redes semânticas) na relação entre si devido à ocupação da Coreia pelo Japão na primeira metade do século XX (além da rivalidade comum que em geral existe entre países vizinhos). Os participantes tinham de apertar uma tecla do computador quando um nome japonês fosse apresentado e outra tecla quando nomes coreanos fossem apresentados (as palavras de "categoria"). Intercalados com os nomes estavam adjetivos ou substantivos comuns que poderiam ser classificados como agradáveis ou desagradáveis, como *feliz, legal, dor* ou *cruel* (palavras de "atitude"). Duas teclas do computador eram sempre atribuídas a uma categoria e uma atitude. Por exemplo, nomes japoneses ou palavras agradáveis eram atribuídos à mesma tecla, e nomes coreanos e palavras desagradáveis, à outra tecla (em outro teste foi utilizado o emparelhamento inverso). Em média, os participantes japoneses levaram mais tempo para responder quando as respostas "japonês" e "desagradável" (e as respostas "coreano" e "agradável") estavam designadas para a mesma tecla.[25] Da mesma maneira, os participantes coreanos foram mais lentos quando as respostas "coreano" e "desagradável" estavam designadas para a mesma tecla.

Por que levaria mais tempo para as pessoas decidirem se mosca é um inseto quando essa palavra está no grupo de palavras positivas do que quando a resposta correta está no grupo de palavras negativas? De forma semelhante, por que alguns japoneses norte-americanos seriam mais rápidos para reconhecer nomes japoneses quando a resposta está no grupo de palavras

agradáveis em vez de palavras negativas? Se uma tarefa exigir que você responda às palavras *côncavo* e *convexo* apertando um botão à esquerda, e as palavras *estalactite* e *estalagmite* apertando um botão à direita, seu cérebro não precisa ter o trabalho de distinguir entre *côncavo* e *convexo* e entre *estalactite* e *estalagmite* — ele consegue avaliar com rapidez a resposta correta com base no fato de a palavra corresponder a coisas esféricas ou a coisas encontradas em cavernas. Porém, se a tarefa for estruturada com "côncavo" e "estalagmite" à esquerda e "convexo" e "estalactite" à direita, seu cérebro é forçado a analisar a diferença entre conceitos intimamente relacionados e, quanto mais os dois conceitos tiverem aspectos em comum, maior será a sobreposição entre os nódulos que os representam. O mesmo vale para outros domínios: dada uma pilha de contas de quatro cores diferentes - preto, marrom, azul e turquesa - é muito mais fácil separá-las em duas pilhas de contas preto/marrom *versus* azul/turquesa do que em duas pilhas compostas de contas preto/turquesa *versus* marrom/azul.

O efeito de associação implícita é produto tanto da natureza quanto da criação. Da natureza, porque não importa o que aprendamos, ela é armazenada como uma rede de associações. Da criação, porque as associações específicas que aprendemos são produtos do ambiente, da cultura e da educação.

Para explorar o efeito da cultura em nossas associações implícitas, Anthony Greenwald e colegas pediram para mais de 500 mil pessoas realizarem um teste on-line de associação implícita envolvendo gênero-ciência.[26] O teste pedia que as pessoas classificassem palavras que pertencessem ao tema "ciência" (por exemplo, física, química) ou ao tema "ciências humanas" (história, latim) e intercalassem palavras masculinas (menino, pai) ou femininas (menina, mãe), de acordo com o gênero. Durante metade do teste, as teclas de resposta eram agrupadas como ciência/masculino *versus* ciências humanas/feminino; na outra metade, eram agrupadas como ciência/feminino *versus* ciências humanas/ masculino. Nos países em que os meninos tendem a ter em média um desempenho melhor do que as meninas em testes padronizados de matemática, as pessoas tendiam a levar mais

tempo para responder quando palavras femininas e do tema “ciência” eram atribuídas à mesma tecla - captando a associação estereotipada de que os homens são melhores em matemática e física. Em alguns países, como Filipinas e Jordânia, eram as meninas que apresentavam melhor desempenho do que os meninos em testes padronizados de ciências. Nesses países, o tempo de reação dependia menos do fato de “feminino” compartilhar a tecla de resposta com “ciências” ou “ciências humanas” (ainda assim, as reações foram um pouco mais lentas na condição feminino/ciências). Os autores do estudo sugerem que as associações implícitas - o que significa dizer como as informações são dispostas em nossos circuitos neurais - contribuem para as diferenças em termos de gênero nos testes padronizados.

Tais estudos questionam se a maneira como a informação é armazenada em nosso cérebro influencia apenas a velocidade com a qual conseguimos ter acesso à informação ou se, de fato, influencia a maneira como pensamos e nos comportarmos no mundo real. A questão é complicada, senão impossível de responder. Uma pesquisa feita pelo psicólogo Bertram Gawronski e seus colegas explorou esse assunto testando cidadãos italianos que moravam na cidade de Vicenza, onde está instalada uma base militar dos Estados Unidos.[27] Perguntou-se aos voluntários se achavam que o governo deveria permitir que os Estados Unidos expandissem sua base e, em seguida, aplicou-se um teste de associação implícita em que palavras “positivas” (alegria, sorte) e “negativas” (dor, perigo) ou imagens da base dos Estados Unidos eram apresentadas em uma tela de computador. Quando a palavra era apresentada, os voluntários precisavam decidir se era “positiva” ou “negativa” e, quando era mostrada uma imagem da base dos Estados Unidos, eles tinham apenas de responder apertando a tecla correspondente (em metade dos testes, a tecla da imagem era a mesma de palavras positivas e, na outra metade, a mesma de palavras negativas). Por exemplo, a palavra positiva *alegria* poderia exigir que a tecla da esquerda fosse apertada, e a palavra negativa *dor,* a da direita, e imagens da base americana poderiam estar designadas para a tecla da esquerda (positivo). A diferença entre o

tempo de reação de quando as imagens compartilhavam os botões positivos ou negativos foi considerada uma medida da associação implícita - e, portanto, pelo que se pode entender, refletiu o fato de a base militar estar mais ligada a palavras “positivas” ou “negativas” nas redes neurais das pessoas. Se alguém tivesse forte inclinação implícita contra a expansão da base, esperava-se que levasse mais tempo para responder quando a tecla designada para as imagens fosse a mesma das palavras positivas. Aqui as coisas ficam interessantes: alguns participantes caíram no grupo de indecisos durante o questionário inicial, mas uma semana mais tarde, durante uma segunda sessão do estudo, tinham se decidido. Nesse subconjunto de voluntários, a associação implícita medida durante o primeiro teste pôde ser considerada uma previsão razoável sobre a opinião registrada uma semana depois. Esses resultados indicam que as associações automáticas e inconscientes dentro de nossas redes neurais poderiam de fato revelar a opinião de uma pessoa antes de ela estar plenamente consciente disso. Os resultados também apoiam a noção de que a estrutura de nossas redes associativas podem de fato influenciar nossas opiniões e decisões.

PRIMING COMPORTAMENTAL

Suponha que eu esteja fazendo um jogo de palavras cruzadas e pergunte a um amigo uma palavra com 14 letras que seja sinônimo de “bom” e ele responda “misericordioso”. Esse diálogo inócuo poderia alterar o comportamento do meu amigo, tornando-o uma pessoa melhor pelos próximos minutos? Seria um bom momento para perguntar se ele pode me emprestar dinheiro? Em resumo, seria possível estimular o comportamento de alguém com o fenômeno de*priming?* O psicólogo cognitivo John Bargh, hoje na Universidade de Yale, examinou essa questão estudando de forma sub-reptícia o comportamento das pessoas após estimulá-las com certos conceitos.[28] Em um dos estudos, os pesquisados precisavam desempenhar uma tarefa que imaginavam ser um teste de habilidade com o idioma. O teste consistia em montar frases com quatro palavras a partir de cinco palavras misturadas. As palavras

eles, *ela*, *enviam*, *normalmente* e *perturbam*, por exemplo, poderiam gerar “eles normalmente perturbam ela”. Em um grupo, as palavras tendiam para frases que refletiam um comportamento grosseiro; no outro, as palavras tendiam para frases educadas (*eles, ela, incentivam, veem* e *normalmente* poderia levar para “eles normalmente incentivam ela”). Como os pesquisados ficavam envolvidos na preparação de muitas frases diferentes, é provável que não tenham tido plena consciência de que vinham sendo estimulados de forma subliminar por meio de palavras grosseiras ou educadas.

Ao terminar a tarefa com as palavras, os pesquisados eram instruídos a sair para procurar o pesquisador em uma sala nas proximidades para receber novas instruções. Sem o conhecimento dos participantes, essa solicitação era a chave de todo o estudo. Quando se aproximavam da porta de saída do escritório, encontravam o pesquisador conversando. A medição em que Bargh e seus colegas estavam interessados era a seguinte: quanto tempo as pessoas esperariam até interromper? Tudo leva a crer que a resposta depende de uma complexa mistura de fatores, inclusive do fato de sermos pacientes ou impacientes por natureza, do nosso humor naquele dia, de termos outro compromisso ou de precisarmos ir ao banheiro. Os resultados fascinantes revelaram que a ativação dos nódulos neurais associados ao conceito de grosseria ou educação alterou o comportamento dos participantes de forma previsível. O tempo máximo que o pesquisador levaria em sua conversa simulada seria de 10 minutos enquanto o participante esperava. No grupo “educado” somente cerca de 20% dos pesquisados interromperam a conversa antes do término dos 10 minutos, enquanto 60% dos pesquisados estimulados por frases “grosseiras” interromperam a conversa antes de completar o tempo. Vimos que as palavras podem estimular o que as pessoas pensam (“África” estimula “zebra”), mas esse estudo mostra que as palavras podem estimular como as pessoas se sentem e se comportam. Parece que o*priming* comportamental ocorre quando a atividade dos nódulos se espalha não apenas para outros nódulos dentro de

nossas redes semânticas, mas para partes do cérebro que governam nossas decisões e comportamento.

Os mesmos adjetivos que descrevem características físicas do mundo também são às vezes utilizados para caracterizar os traços de personalidade das pessoas. Em português, “caloroso” e “frio” são utilizados para descrever se alguém é amistoso ou hostil, respectivamente. Pelo fato de associarmos temperaturas elevadas com calor e, por sua vez, associarmos “calor” com “ser amistoso”, John Bargh e seus colegas pesquisaram se altas temperaturas poderiam nos influenciar a considerar as pessoas amistosas. Eles pediram para voluntários lerem a descrição de alguém e depois pontuarem a personalidade da pessoa para diferentes características, incluindo algumas relacionadas a ser “caloroso” (generoso, social, prestativo). Havia dois grupos, e a única diferença entre eles era que os pesquisados deveriam segurar um copo de café quente ou gelado dentro do elevador que conduzia ao andar da sala de experimentação. O razoável seria esperar que nosso julgamento sobre outras pessoas não fosse tão arbitrário a ponto de se deixar influenciar pela temperatura física de um copo que seguramos por 20 segundos. No entanto, os pesquisados que seguraram o café quente de fato pontuaram a pessoa cujo perfil estava sendo avaliado como mais amistosa do que os que seguraram o copo gelado.[29]

Não quero dar a impressão de que nosso comportamento e decisões estejam inevitavelmente à mercê de fatores irrelevantes, como o de segurarmos um copo de café quente ou gelado. Os efeitos do *priming* comportamental são em geral bastante fracos, e é improvável que sejam o principal determinante de como as pessoas se comportam. Entretanto, em pelo menos algumas situações, os efeitos são reprodutíveis e importantes. Esse fato nos permite concluir que apenas acessar um conceito pode influenciar o comportamento de alguém, o que corrobora em parte a essência dos livros de autoajuda: a importância do pensamento positivo e a contribuição da atitude para o desempenho.

Nosso cérebro é composto de um emaranhado bastante complexo de neurônios interligados. Assim como os links da World Wide Web, os padrões das conexões entre neurônios não são nem um pouco aleatórios. Se pudéssemos desemaranhar nossos circuitos neurais, veríamos que foram moldados pelas experiências de toda uma vida. A estrutura desses circuitos armazena nossas memórias e influencia nossos pensamentos e decisões. Isso significa que a manipulação de nossas experiências fornece um meio para influenciar nossas opiniões e comportamento. Muito antes de Donald Hebb estabelecer a noção de plasticidade sináptica associativa, algumas pessoas entenderam, implicitamente, que a natureza associativa da memória humana era uma vulnerabilidade a ser explorada. O simples ato de associar o nome de um político a uma controvérsia ou afirmação negativa - por meio de maciça repetição e exposição na mídia - permanece sendo uma das estratégias de campanha política mais utilizadas e eficazes.[30] Uma simples manchete enganosa e difamatória como “Barack Obama seria comunista?” com certeza atrairá sua atenção, mas pelo fato de você já ter muitos links associados ao seu nódulo “Barack Obama” é improvável que essa simples manchete venha a exercer influência sobre a estrutura de suas redes neurais e, portanto, sobre sua opinião - as memórias que possuem várias associações fortes são mais robustas. No entanto, imagine por um momento que a manchete tivesse sido a respeito de um político com o qual você não estava familiarizado, talvez a de uma tentativa de candidatura presidencial: “Jonathan Hazelton seria pedófilo?” Você não tem associações prévias formadas em seus bancos de memória para Jonathan Hazelton, mas agora uma das primeiras é com a palavra *pedófilo*. Mesmo que a reportagem conclua que ele definitivamente não seja um pedófilo, a aposta presidencial de Hazelton ficou bem mais improvável. A difamação por associação - às vezes disfarçada de jornalismo - é muito utilizada para influenciar a opinião pública e funciona porque explora a arquitetura associativa do cérebro humano. Essa mesma arquitetura, embora sem paralelos em sua habilidade de armazenar e organizar informações sobre um mundo diversificado e dinâmico, também define o cenário para nossa suscetibilidade ao marketing e

propaganda, e nossa propensão para tomar decisões irracionais, como veremos nos próximos capítulos.

---

2 *Priming* se refere ao fenômeno pelo qual um estímulo prévio pode facilitar o processamento subsequente de outros estímulos. É um tipo de memória implícita que occorre automática e inconscientemente.

3 *Nota do Tradutor.* Organização sem fins lucrativos nos Estados Unidos dedicada exclusivamente à prevenção de erros de medicação e ao uso seguro de medicação.

4 *Nota do Tradutor:* Orgão governamental dos Estados Unidos responsável pelo controle e fiscalização dos alimentos, suplementos alimentares, medicamentos e correlatos.

Upgrade de memória

Ela foi a mais plácida, a mais à deriva nas correntes da natureza, das mulheres que conheci; ou talvez seja dessa forma que prefiro me lembrar, a memória não menos interesseira do que nossas outras faculdades.
John Updike, *Toward the End of Time*

Em 29 de julho de 1984, Jennifer Thompson, uma universitária de 22 anos, foi estuprada em casa, na cidade de Burlington, Carolina do Norte. Durante a tragédia, fez um esforço consciente para memorizar o rosto do homem que a estava estuprando. Ela prometeu que, se sobrevivesse, garantiria que seu algoz seria pego. Mais tarde, naquele dia, apontou para um homem chamado Ronald Cotton em uma seleção de seis fotografias. É compreensível que, logo após a sessão de fotos, ela tenha pedido um feedback ao detetive: "Fiz certo?", ela perguntou. O detetive respondeu: "Você foi ótima, Srta. Thompson." Depois de 11 dias, após apontar para Ronald em um grupo de homens enfileirados para identificação, ela perguntou de novo sobre seu desempenho; o detetive lhe disse: "Achamos que pode ser o sujeito. É a mesma pessoa que você apontou nas fotos." No julgamento, baseado quase exclusivamente

no testemunho ocular de Jennifer, Ronald Cotton foi condenado à prisão perpétua.

Na prisão, Ronald cruzou com outro homem afro-americano muito parecido com ele. Esse homem, Bobby Poole, era da mesma área e também havia sido condenado por estupro. Ronald soube que Bobby se vangloriava por ter estuprado Jennifer. Alguns anos depois, o caso de Ronald foi a novo julgamento. Com base no testemunho de Jennifer, assim como no de outra vítima que havia sido estuprada naquela mesma noite, Ronald foi condenado de novo à prisão perpétua, apesar do testemunho de outro preso, que afirmava que Bobby havia confessado ter estuprado Jennifer. Graças à persistência de Ronald, a um advogado zeloso e ao surgimento da tecnologia de DNA, foram feitos testes genéticos. O DNA da segunda vítima era compatível com o de Bobby Poole e, quando confrontado com essa nova prova, ele confessou ter estuprado Jennifer, dando informações sobre o caso que só o estuprador poderia saber. Após 11 anos de separação forçada da mãe doente e de alguns entes queridos que ficaram ao seu lado durante a provação, Ronald foi, enfim, solto. Jennifer sofreu pelas consequências de seu erro e ficou genuinamente perplexa pela forma como a memória pôde traí-la. No final, buscou o perdão de Ronald Cotton. Os dois se tornaram bons amigos aos poucos e fizeram campanha juntos por mudanças nos procedimentos de entrevistas com testemunhas e com o uso de depoimentos de testemunhas oculares em julgamentos.[1]

MEMÓRIAS CORROMPIDAS

Como vimos anteriormente, a arquitetura associativa da memória humana nos torna propensos a certos erros, como lembrar, de forma equivocada, de uma palavra que estava intimamente relacionada às palavras reais de uma lista. Entretanto, outros tipos de bugs de memória (como o responsável pelos 11 anos de prisão de Ronald Cotton) são diferentes, tanto nas causas quanto nas consequências. Nas causas, porque não são apenas resultantes da natureza

associativa da memória humana; nas consequências, porque podem resultar em erros trágicos que alteram uma vida.

A memória digital, seja na forma de disco rígido ou de DVD, se baseia em mecanismos distintos para armazenamento e recuperação das informações -as operações de registro e leitura são processos fundamentalmente diferentes. Em um disco rígido existem elementos separados de leitura e de registro: o primeiro consegue medir a polaridade de um minúsculo ponto de material ferromagnético, enquanto o segundo consegue alterar a polaridade de grânulos ferromagnéticos. De forma semelhante, um DVD player só consegue recuperar a memória gravada em um DVD. A operação de leitura é efetuada por um laser dirigido para a superfície do DVD; se a luz reflete de volta, um “1” foi armazenado; se não refletir, trata-se de um “0”. Não há qualquer perigo de que a recuperação da informação de um DVD venha a alterar seu conteúdo. Para tanto, é necessário um gravador de DVD que possua um laser mais potente. No cérebro, por outro lado, as operações de leitura e de registro não são independentes. O ato de recuperar uma memória pode alterar seu conteúdo. Quando Jennifer Thompson olhava para a foto do possível agressor, ela não estava apenas recuperando uma memória estabelecida, mas misturando memórias novas e antigas. Em especial, é provável que o feedback positivo do detetive logo que ela apontou um suspeito tenha contribuído para “atualizar” sua memória. Na época em que foi para o julgamento, meses após o estupro, a lembrança em relação ao estuprador era a imagem clara e bem viva do homem das fotos e da fila para o reconhecimento, em vez da imagem escura e fragmentada da noite da agressão. A memória de Jennifer Thompson a traiu porque ela sobrescreveu a imagem de Bobby Poole à de Ronald Cotton.

A maioria das pessoas já passou pela experiência de não reconhecer alguém conhecido ou, ao contrário, acreditar, por engano, que já havia visto alguém antes. Assim, é surpreendente que, por tradição, o sistema judiciário americano confie tanto na precisão da memória de vítimas e testemunhas. Os erros de memória que podem atrapalhar o processo judicial não estão limitados a identificações incorretas, mas também incluem

lembrança equivocada de informações factuais e julgamento errado sobre o tempo de duração de um evento ou de quando ele tenha ocorrido. Considere o julgamento de Andrea Yates, a mulher texana que, em 2001, afogou os cinco filhos em uma banheira. Nesse caso, foi o testemunho do psiquiatra que se mostrou incorreto. No tribunal, Andrea Yates afirmou que vozes em sua cabeça lhe diziam que os filhos seriam atormentados para sempre no inferno, mas que Satã seria destruído se ela os matasse. As alucinações sobre Satã combinavam com a devoção da família pelas Escrituras, fato refletido nos nomes das cinco vítimas: Maria, Lucas, Paulo, João e Noé. Durante o julgamento, o psiquiatra da acusação testemunhou que o seriado de TV *Law & Order* poderia ter sido pertinente ao caso, afirmando que "houve um episódio em que uma mulher com depressão pós-parto afogou os filhos na banheira e foi considerada doente mental, e o programa foi transmitido pela televisão antes de o crime ocorrer", o que implicaria que os assassinatos poderiam ter sido premeditados. Esse testemunho pode ter contribuído para que os jurados rejeitassem a tese da defesa, que alegava a insanidade de Andrea, e para a sentença de prisão perpétua. Mais tarde, veio à luz que o episódio ao qual o psiquiatra havia se referido foi transmitido depois do crime e era diferente em alguns detalhes. Os julgamentos em geral ocorrem anos após o crime. Lembrar um episódio de um seriado de televisão é uma coisa, mas lembrar corretamente a "marca de tempo" da memória é um processo bem diferente. Você pode se lembrar de eventos relacionados ao julgamento de O.J.

Simpson, mas ele ocorreu antes ou depois dos Jogos Olímpicos de Atlanta?[2] Cada arquivo de computador é armazenado com a data em que foi gerado; não existe esse tipo de marca em nossas memórias. É fácil perceber como até a testemunha mais honesta pode gerar falsas lembranças, que podem ser cruciais na determinação do destino de outra pessoa. No caso de Andrea Yates, um novo julgamento foi concedido por conta do testemunho incorreto, e o novo júri aceitou a tese da insanidade da ré na época dos homicídios.[3]

A psicóloga Elizabeth Loftus, agora na Universidade da Califórnia, em Irvine, dedicou a carreira a expor a tendência do cérebro a cometer erros como os que ocorreram nos julgamentos de Jennifer Thompson e Andrea Yates. Com certeza, é quase impossível estudar essas falsas memórias no mundo real, pois fica difícil verificar qual foi a experiência efetiva vivida pelas vítimas e testemunhas. Na verdade, os tribunais se baseiam em testemunhas oculares exatamente quando faltam provas incontestáveis. Para superar essa limitação, Loftus e suas colegas desenvolveram experimentos visando simular alguns aspectos do mundo real nos fatos relatados pela testemunha ocular. Em um estudo clássico, Loftus e colegas mostraram para 200 estudantes uma sequência de 50 slides que descreviam um acidente de carro em um cruzamento.[4] Todos os pesquisados viram as mesmas imagens, com uma diferença importante: metade viu uma placa que sinalizava “pare” e metade viu uma placa sinalizando “atenção” no cruzamento onde o acidente ocorreu. Logo após a apresentação, foram feitas várias perguntas aos pesquisados, como a cor do carro. Dentre as perguntas, havia uma fundamental para o experimento por ter sido de fato utilizada para plantar a falsa memória - para metade dos pesquisados de cada grupo a pergunta foi: “Algum outro carro ultrapassou o carro vermelho quando ele parou na placa ‘Pare’?” A pergunta para a outra metade foi: “Algum outro carro ultrapassou o carro vermelho quando ele parou na placa ‘Atenção’?” Em outras palavras, metade dos pesquisados recebeu uma pergunta com informação equivocada sobre a placa; a desinformação foi bastante sutil porque não foi relevante para a questão levantada. Após 20 minutos de questionário, os pesquisados passaram por um teste de reconhecimento: pares de slides eram apresentados, e os participantes tinham de indicar qual imagem de cada par já haviam visto antes - no par principal, eles precisavam escolher entre slides com placa “Pare” e com placa “Atenção”. Quando a pergunta-chave continha informação consistente, 75% dos pesquisados relataram corretamente a imagem que haviam visto. Mas quando a pergunta-chave continha a desinformação, somente 41% deram a resposta certa sobre o slide que de fato tinham visto durante a apresentação

inicial. A questão enganosa não só prejudicou de forma drástica a confiabilidade da memória como de fato provocou um desempenho pior do que as probabilidades: uma pergunta errônea sobre a realidade superou a própria realidade.

Em outra pesquisa, alunos assistiram a filmes que mostravam professores interagindo com crianças e receberam a informação de que os filmes tratavam de métodos educacionais. Perto do final do filme, os pesquisados viram um ladrão do sexo masculino roubando dinheiro da carteira de uma das professoras. Havia dois grupos na pesquisa: o experimental, em que os pesquisados viram também um professor lendo para um grupo de alunos pouco antes do roubo da carteira da professora, e o grupo de controle, em que os pesquisados viram o livro sendo lido pela professora roubada. Após o filme, os pesquisados ficaram sabendo o verdadeiro motivo do estudo: tinham de identificar o ladrão em um conjunto de fotos apresentadas em folhas separadas (pessoas aleatórias), assim como o professor inocente. O ladrão, porém, não estava no grupo das sete pessoas. O participante do estudo tinha três opções: identificar quem acreditavam ser o ladrão, afirmar que o ladrão não estava nas fotos ou dizer que não tinham certeza se o ladrão estava nas fotos. No grupo de controle (sem professor do sexo masculino), 64% deram a resposta correta: o ladrão não estava nas fotos.[5] No grupo experimental, 34% deram a mesma resposta correta sobre o ladrão, mas 60% disseram que o professor inocente era o ladrão. Se esse tivesse sido o cenário real de um caso policial, um espectador inocente teria sido acusado de um crime em 60% dos casos.

Os mágicos também conseguem se aproveitar do bug de informações incorretas para recriar a realidade na mente do público. Depois de lhe entregar um baralho e pedir para você cortá-lo, um mágico pode executar um truque que envolve várias etapas antes de magicamente revelar a carta que você escolheu no início. Antes do grande final, o mágico pode resumir a sequência de eventos para causar mais efeito, lembrando, por acaso, que você "embaralhou" as cartas no início da mágica - quando se trata de truques com cartas, há um abismo entre "embaralhar" e "cortar" um baralho. Ao fazer isso, o mágico na verdade injeta uma desinformação e diminui a

possibilidade de que você se lembre desse evento fundamental (e, assim, amplia o mistério).

Embora os mágicos e os psicólogos saibam há muito tempo que as memórias podem ser sobrescritas pela interferência de desinformação, o sistema judiciário tem sido lento em reconhecer esse fato. No entanto, há esforços no sentido de melhorar os procedimentos para interrogar as testemunhas. Agora recomenda-se que, durante uma entrevista, a polícia use perguntas genéricas, como "Por favor, descreva a cena do acidente", em vez de "A van estava na cena do acidente?", porque a menção à van contamina a lembrança sobre a cena do crime. Além disso, é melhor mostrar os suspeitos um a um em vez de alinhá-los, pois isso incentiva a testemunha a apontar alguém, mesmo quando não tem certeza. Mesmo assim, permanece o fato de que a memória humana não foi concebida pela evolução para guardar detalhes de forma rápida e precisa, se o carro em velocidade tinha duas portas ou era do modelo sedã, se o ladrão tinha olhos castanhos ou verdes, ou se a polícia levou um ou dois minutos para chegar ao local.

ESCREVER E REESCREVER

Nossas memórias são reeditadas o tempo inteiro - características são acrescentadas, apagadas, mescladas e atualizadas ao longo do tempo. Como já discutimos, isso ocorre em parte porque, na memória humana, o ato de guardar informações não é diferente do de recuperar informações - as operações de registro e leitura interferem uma na outra. Vimos que o armazenamento de memória se baseia no fortalecimento (ou enfraquecimento) de sinapses. Aprender uma associação conceitual entre dois conceitos que lhe sejam familiares exige que seus nódulos sejam conectados. Se uma criança tem um nódulo no cérebro que representa "uvas" e um nódulo que representa "passas", o processo de aprender que passas são uvas se baseia no fato de que os nódulos "uva" e "passas" se tornem direta ou indiretamente conectados pelo fortalecimento das sinapses já existentes ou pela formação de novas.[6] Conforme vimos no capítulo anterior, como ambos os

conceitos são ativados quase ao mesmo tempo, as sinapses ficam fortalecidas (como formulado pela regra de Hebb). Esse é o processo de armazenamento, mas o processo de recuperação é bastante semelhante. Se alguém pergunta “O que é uma passa?”, a resposta dependerá de a ativação do nódulo “passa” estimular o nódulo “uva”, que utiliza a mesma sinapse. Tanto no armazenamento quanto na recuperação, as mesmas sinapses são usadas e os mesmos conjuntos de neurônios são reativados (Figura 2.1).

Semelhante a uma mensagem escrita à mão antes de a tinta secar, as memórias iniciais são vulneráveis e podem ser prejudicadas por alguns fatores. Por exemplo, o aprendizado de novas informações pode interferir no armazenamento de longo prazo de informações adquiridas há pouco tempo. Pense em tentar aprender o número de telefone de um amigo 30 minutos após memorizar seu novo número de celular. Alguns medicamentos e terapia com eletrochoque também prejudicam a formação de novas memórias. Estudos com animais mostraram que, quando os medicamentos que bloqueiam a síntese de proteínas são administrados em ratos logo depois de aprenderem a sair de um labirinto, eles acabam esquecendo a solução. Esse tipo de medicamento interfere na formação de novas memórias porque a potenciação de longo prazo da força sináptica requer a síntese de novas proteínas dentro dos neurônios. Quando aplicadas logo após as sinapses serem potencializadas em função da plasticidade de Hebb, os medicamentos que inibem a síntese de proteínas também revertem o aumento da força sináptica (a memória sináptica).[7] A observação de que tanto as memórias reais quanto as sinápticas podem ser apagadas da mesma forma por inibidores da síntese de proteínas foi uma das primeiras provas de que estas últimas fundamentam as primeiras.
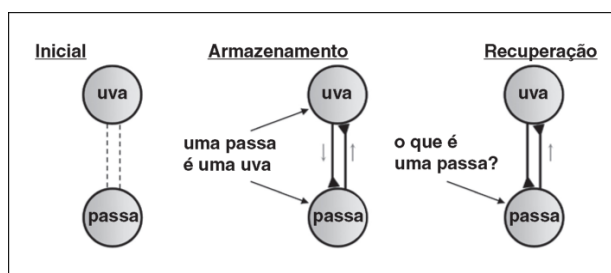
Figura 2.1 Armazenamento e recuperação: os dois círculos conectados por linhas tracejadas representam os nódulos "passa” e "uva” sem qualquer ligação entre eles. No processo de aprendizado de que as passas são uvas, ambos os nódulos são ativados. A hipótese é que essa atividade conjunta fortalece as conexões entre eles como resultado da plasticidade sináptica (as conexões fortes são representadas pelas linhas escuras com triângulos invertidos). Durante a recuperação, quando apenas o nódulo "passa” é diretamente ativado, a mesma conexão entre os nódulos "passa” e "uva” é utilizado - é possível que a reforce ainda mais (as pequenas setas em cor cinza representam a direção do fluxo de atividade).

Quando os inibidores de síntese de proteínas são administrados horas ou dias após uma experiência de aprendizado, não há perda de memória. De forma semelhante, quando as pessoas em tratamento contra depressão recebem terapia com eletrochoque, só as memórias do que aconteceu pouco antes da terapia são perdidas. A transição de um primeiro estágio, em que as memórias são vulneráveis à supressão, para um estágio posterior, em que são muito mais resistentes à supressão, é chamada *consolidação*.[8] Enquanto a tinta seca, as mudanças na força sináptica parecem mudar de um meio temporário para um permanente. Mas a que corresponde esse processo em termos de sinapses? Parece ser, em parte, uma alteração de uma memória sináptica que se baseia em reações bioquímicas na sinapse para mudanças “estruturais” mais permanentes que, a princípio, requerem a síntese de proteínas.[9] Estudos com animais sugerem que, da mesma forma que os adeptos do *speeddating,*[1] muitas sinapses em nosso cérebro são investigativas por natureza - transmissões simultâneas temporárias entre neurônios pré-sináptico e pós-sináptico. O aprendizado

duradouro parece ser acompanhado por mudanças estruturais no diagrama de ligações cerebrais na forma de estabilização permanente dessas sinapses, a princípio, nômades.[10]

A noção de consolidação da memória tem sido bastante influente na psicologia e na neurociência. Porém, existem evidências de que, em alguns casos, as memórias “consolidadas” não são tão imutáveis como já se pensou. Em alguns casos, em especial, parece que as memórias consolidadas voltam a ficar vulneráveis à supressão por causa de medicamentos, traumas ou interferência de outras memórias[11] - um processo chamado *reconsolidação.* Conforme veremos no Capítulo 5, é fácil para um rato aprender a expressar medo em resposta a um som específico, se for colocado em uma situação em que e o som esteja associado a um choque. Se um inibidor de síntese de proteínas for administrado 24 horas após o aprendizado, nenhum efeito desse tratamento (ou apenas um pequeno efeito) será observado na memória do rato. O rato continuará a sentir medo. O interessante, porém, é que se, mais tarde, você der o medicamento ao rato enquanto apenas administra um “lembrete” na forma de som (na ausência de choque), conseguirá induzilo a uma pequena amnésia, isto é, o rato se comportará como se tivesse menos medo do som. Em outras palavras, é como se a reativação de uma memória mais antiga a tornasse, de alguma forma, mais suscetível a ser suprimida de novo. Embora não entendamos os mecanismos precisos subjacentes à chamada reconsolidação, essas descobertas sugerem que o armazenamento e a recuperação não são processos distintos.

A atualização de memórias é uma característica essencial da memória humana, e a reconsolidação pode fornecer um mecanismo pelo qual as memórias antigas são revistas.[12] À medida que acompanhamos ao longo dos anos a carreira da estrela de Hollywood que mais admiramos, seu rosto muda a cada vez que a vemos; o estilo e a cor de seu cabelo mudam, algumas rugas podem aparecer e depois sumir sem explicação. De forma semelhante, toda vez que vejo meu primo, seu rosto parece um pouco diferente (talvez mais arredondado e com menos cabelo). Sempre que vemos alguém, nossa memória é um pouco atualizada.

Com certeza, esse é um processo inconsciente em que a recuperação (reconhecimento de meu primo) parece estar inextricavelmente ligada com o armazenamento e a atualização da memória (na próxima vez em que o vir, meu cérebro esperará ver sua última imagem). A memória que se atualiza (e a confusa fronteira entre armazenamento e recuperação) é uma característica valiosa em um mundo dinâmico, em constante mudança. Porém, essa mesma flexibilidade pode contribuir para erros mnemônicos bastante sérios. Em especial nas situações em que o modelo original não foi bem estabelecido, a "atualização" pode sobrescrever a memória original, como aconteceu no caso de Jennifer Thompson, ou no caso dos estudantes que, em função de uma questão enganosa, substituíram a memória original de uma placa "Pare" por uma placa "Atenção".

GERANDO OU FABRICANDO MEMÓRIAS

É provável que os bugs de memória que podem nos fazer misturar palavras ou confundir os rostos de pessoas que não conhecemos muito bem sejam fáceis de relatar. Se você ainda não se pegou cometendo um desses erros, já deve ter visto um amigo cometendo. Entretanto, a memória humana também pode falhar de modo bem mais impressionante, além de apenas misturar ou reescrever informações. Em alguns casos, podemos fabricar memórias completamente novas, ao que tudo indica, a partir do zero.

Talvez um dos exemplos mais bem documentados de memórias falsas em situações extremas tenha sido uma série de casos relacionados com memórias reprimidas, relatados nos anos 1980 e início dos anos 1990. Algumas vezes, essas falsas memórias foram originadas em sonhos, em geral cultivados nas memórias "reais" por um terapeuta ou orientador psicológico, às vezes durante anos.[13] Em geral, os casos envolviam mulheres que acusavam os pais de abuso sexual, que resultava em laços familiares cortados, depressão e processos jurídicos. Em um dos casos, uma mulher de 19 anos, Beth Rutherford, pediu ajuda a um orientador psicológico na igreja para lidar com o estresse. Após meses de

aconselhamento, Beth descobriu memórias “reprimidas” de atos cruéis de abuso sexual cometidos pelo pai. As acusações posteriores acabaram levando o pai a perder o emprego como pastor da igreja e dificultaram a possibilidade de ele encontrar qualquer outro emprego.

Como em outros casos parecidos, mais tarde Beth desmentiu as memórias, em parte porque se deparou com fortes evidências que contradiziam as acusações. Dentre as várias evidências que mostravam que os eventos não poderiam ter ocorrido, estava o de que ela continuava virgem, conforme mostrou o exame ginecológico sugerido por um dos advogados.[14] Beth disse depois: “Ao final de dois anos e meio de terapia, cheguei a acreditar de verdade que havia sido engravidada duas vezes pelo meu pai. Lembrava-me de que, na primeira gravidez, ele provocara o aborto com um cabide e que o segundo aborto com cabide eu fiz sozinha.”

A lembrança de eventos ocorridos conosco é chamada *memória autobiográfica* (ou *episódica*), e, como a semântica, é um tipo de memória declarativa. A falsa lembrança de que seu pai a estuprara é um exemplo incrivelmente extremo de memória autobiográfica fabricada. Mas podemos confiar nas nossas memórias e no que aconteceu ou não conosco no passado? Experimentos controlados revelaram que as crianças são especialmente suscetíveis a erros autobiográficos. Isso não deve surpreender os céticos em relação às memórias da infância. Lembro-me de meu amigo invisível, chamado Cuke, quando tinha 5 anos, mas essas lembranças são precisas? Elas são de fato minhas? Ou foram criadas quando minha mãe contava histórias sobre mim e meu amigo imaginário?

Em outro estudo realizado por Elizabeth Loftus e colegas, foi pedido que crianças entre 3 e 5 anos pensassem se tinham passado por certos eventos. Elas de fato tinham vivido dois desses eventos, nos últimos 12 meses (como uma festa surpresa de aniversário ou a ida ao hospital para dar pontos em um corte), enquanto dois outros eram eventos que os pesquisadores sabiam que as crianças jamais tinham vivido (passear de balão e prender a mão em uma ratoeira e, como consequência, ir para no hospital). As crianças foram interrogadas 10 vezes em 10 semanas e relataram, com mais de

90% de precisão, os eventos que de fato tinham vivido. Mas em quase 30% das vezes, elas também relataram ter vivido um dos eventos fictícios.[15] A interpretação desses resultados é complicada porque a proporção de respostas falsas não aumentou com o decorrer das sessões de entrevistas. Talvez, na verdade, os resultados nem sempre tivessem refletido memórias falsas, mas as crianças poderiam estar aprendendo o limite entre dizer a verdade e o que acreditavam que os adultos queriam ouvir. Mas qualquer que seja o caso, precisamos ser bastante cuidadosos ao confiar em testemunho de crianças. Essa lição foi aprendida da forma mais difícil, após alguns casos de “assédio em massa”. Em 1989, sete empregados da pré-escola Little Rascals, na Carolina do Norte, foram acusados de molestar 29 crianças. Um dos proprietários foi preso e condenado a 12 penas consecutivas de prisão perpétua com base no testemunho das crianças, que incluíam histórias de voo em espaçonaves e nado com tubarões. O caso teria sido cômico se não tivesse arruinado tantas vidas. Ele começara alguns meses depois de a polícia ter participado de um seminário sobre “abusos em rituais satânicos” e pode ter ganhado repercussão depois que um professor esbofeteou um aluno, fato que contribuiu bastante para o aumento das sessões de terapia e interrogatórios policiais com o objetivo de extrair informações sobre abuso sexual. A princípio, as crianças negaram que tivesse havido qualquer abuso, mas, no final, alimentaram os terapeutas e os investigadores com histórias bizarras e inconcebíveis sobre abusos, principalmente porque não havia qualquer evidência física. O processo judicial durou 10 anos, e na época foi o mais caro da história da Carolina do Norte. No final, foram retiradas as acusações contra todos os réus.[16] É provável que os bugs cerebrais mais óbvios nesse caso tivessem pouco a ver com falsas memórias, mas com a *predisposição* de terapeutas e investigadores da polícia que se dispuseram a ignorar a enorme quantidade de dados que iam contra as hipóteses e adotaram fragmentos de provas compatíveis com suas crenças - e que ensinaram as crianças a construir narrativas que se encaixassem nas expectativas distorcidas dos que estavam encarregados da acusação.

ONDE ESTÁ O COMANDO "APAGAR"?

Os mecanismos subjacentes aos extremos exemplos de falsas memórias, como a crença de Beth Rutherford de que teria sofrido abuso sexual pelo pai, são complexos e, sem dúvida, dependem de traços específicos de personalidade, assim como da presença de um “terapeuta” capaz de abusar, de forma mnemônica, de pessoas psicologicamente suscetíveis. De fato, existem poucas evidências de que lembranças traumáticas possam ser reprimidas e mais tarde recuperadas com a ajuda de um terapeuta. Exemplos de abuso sexual infantil não são esquecidos com facilidade. A maioria dos casos de abuso sexual cometidos por padres católicos que surgiram no final dos anos 1990 foi trazida por vítimas que se lembravam deles. Esses casos não envolveram a revelação de memórias reprimidas, mas a motivação e os meios para tornarem públicos esses eventos. De forma semelhante, os sobreviventes dos campos de concentração concordariam que esquecer os horrores que sofreram e testemunharam nunca foi uma opção. Embora algumas dessas vítimas possam ter colocado as memórias “em compartimentos separados” para evitar a lembrança e, assim, poderem tentar levar uma vida normal, seria impossível esquecer o inesquecível. Nas palavras do psicólogo Daniel Schacter, um dos maiores especialistas em memória humana:

> Parece bem mais provável que a tentativa intencional de evitar lembranças desagradáveis reduza a probabilidade de que experiências reprimidas venham espontaneamente à mente com o tipo de vigor que atormenta tantos sobreviventes de traumas psicológicos. E... deve até mesmo tornar alguns episódios individuais bastante difíceis de serem recuperados. No entanto, isso está muito longe de desenvolver uma amnésia total por anos de abuso violento.[17]

Se fosse possível, muitas pessoas acreditariam que a capacidade de reprimir ou suprimir para sempre lembranças traumáticas pode ajudar a tratar e curar as consequências de muitas formas de

traumas psicológicos. As vítimas de abuso sexual e violência são, em geral, assombradas pelas próprias lembranças e sofrem de ansiedade, depressão, medo e dificuldades para participar de interações sociais normais. Talvez seja uma infelicidade, então, que uma das diferenças entre a memória humana e um disco rígido seja a falta de um comando para apagar *(delete).*

É óbvio que os seres humanos esquecem coisas, o que é um tipo de apagamento, mas não temos muito a dizer sobre o que apagamos. Hoje, os cientistas estão fazendo experiências com métodos comportamentais e farmacológicos que poderiam, pelo menos, amortecer, senão apagar, a intensidade de memórias carregadas de emoção, como as de ser estuprado ou passar pelos horrores de uma guerra. Esses estudos tentam aproveitar a noção de reconsolidação. A esperança é de que, logo após a lembrança de uma experiência traumática, a memória venha, mais uma vez, a ficar instável e suscetível ao apagamento por medicamentos ou mesmo por novas memórias não traumáticas. Infelizmente, porém, deve existir uma data de validade para a reconsolidação; isto é, após meses ou anos, pode ser que as memórias não apresentem mais a reconsolidação.[18] Mesmo que novos tratamentos se tornassem bem-sucedidos em apagar certas memórias, é improvável que algum dia seja possível apagar lembranças específicas (mesmo se fosse desejável), como retratado no filme *Brilho eterno de uma mente sem lembranças.*

Em determinado dia do ano de 2006, acordei e fui informado de que algumas pessoas, muito poderosas, é claro, haviam decidido que Plutão não era mais um planeta. Após ter ouvido a vida inteira que Plutão era um planeta, meu cérebro havia criado fortes ligações entre a representação neural de “planetas” e o corpo celeste “Plutão”. Assim, em uma tarefa de *priming* semântico, é provável que a palavra *Plutão* acelerasse meu tempo de reação a “planeta”. Mas agora me disseram que esse link está incorreto. O cérebro é bem concebido para formar novos links entre conceitos, mas o contrário não é verdade: não existem mecanismos específicos para desconectar. Meu cérebro consegue se ajustar aos novos rumos dos eventos, criando novos links entre “Plutão” e “planeta anão”,

“Plutão” e “objetos do Cinturão de Kuiper” ou “Plutão” e “não é planeta”. Mas o link Plutão/planeta não pode ser apagado com rapidez e é provável que continue impregnado em meus circuitos neurais pelo resto da vida. E pode chegar um dia, mais tarde, em que reverterei para minha crença original e insistirei com meus netos que Plutão é um planeta.

Não é de todo ruim que a associação Plutão/planeta nunca venha a ser apagada em meu cérebro; afinal, é relevante saber que Plutão costumava ser considerado um planeta. Se essa informação fosse apagada por completo, eu poderia ficar confuso com a antiga literatura e as referências em filmes que chamam Plutão de planeta. Além de algum dia poder estar em algum programa de perguntas e respostas e ser confrontado com a afirmação: “É o planeta mais distante do Sol.” O fato de não conseguir apagar o link Plutão/planeta tem poucas consequências. Porém, conforme vimos no capítulo anterior, pode haver consequências em não conseguirmos apagar outras associações com facilidade, como muçulmanos/terroristas, americanos/instigadores de guerras ou mulheres/ruins de matemática. Em última instância, é discutível se seria benéfico ou não apagar associações específicas por encomenda ou lembranças traumáticas. No entanto, fica claro que nosso sistema neural não foi concebido com esse recurso.

ESPAÇO EM DISCO

Quando compramos um computador, podemos escolher se o disco rígido armazenará 500 ou 1.000 gigabytes. Mas qual seria a capacidade de armazenamento do cérebro humano? Essa é uma pergunta difícil (senão impossível) de responder, por uma série de motivos: em especial porque exigiria definir com precisão o que queremos dizer por *informações.* Os dispositivos de memória digital podem ser quantificados com facilidade em termos de capacidade de armazenamento, definida pela quantidade de bytes (isto é, quantos grupos de oito 0s ou 1s) que pode ser armazenada. Embora sejam muito úteis por fornecerem uma medida absoluta de comparação entre diferentes dispositivos de armazenamento, na

verdade, a maioria das pessoas não se preocupa com quantos bytes cabem em um disco. Em vez disso, nos preocupamos em saber quanta informação do que nos seja interessante pode ser armazenada: um artista digital profissional talvez queira saber quantos arquivos do Photoshop ele pode salvar; um técnico em eletroencefalograma vai precisar saber quantas horas de dados de EEG podem ser armazenadas; e, no caso de um iPod, estamos, em geral, interessados em saber quantas músicas podemos levar conosco. No entanto, mesmo para um iPod (um aparelho conhecido por quase todo mundo), não conseguimos responder com precisão à pergunta sobre quantas músicas ele consegue armazenar, pois esse número muda conforme a duração das músicas e o formato em que foram salvas.

Apesar dos desafios para estimar a capacidade de armazenamento de qualquer tipo de memória, os psicólogos tentaram calcular a capacidade da memória humana focando tarefas bem restritas, como quantas imagens as pessoas conseguem se lembrar de terem visto antes. Estudos dos anos 1970 sugerem que “não há limite superior para a capacidade de memória”.[19] Mas é óbvio que o cérebro não pode ter uma memória ilimitada; como sistema finito, ele só consegue armazenar uma quantidade finita de informações.

A questão mais relevante é se o usuário se aproxima do limite de capacidade de sua memória. As primeiras pesquisas indicaram que nossa capacidade de armazenar imagens era bastante elevada. Em um desses estudos, os participantes viam milhares de imagens, cada uma por cerca de cinco segundos. Depois, duas imagens, uma nova e outra repetida, eram mostradas, e o participante precisava identificar qual já tinha visto. Quando testado no mesmo dia, após ter visto 10 mil imagens, os pesquisados puderam identificar as que já haviam visto em um par com precisão de 83%, um feito impressionante, que sugere que eles haviam se lembrado de 6.600 imagens.[20] Nesses experimentos, porém, as imagens eram bem distintas (carro, pizza, montanha, pavão), de forma que uma interferia muito pouco na outra. Não é preciso dizer que, se imagens de 10 mil folhas de árvores diferentes tivessem sido mostradas, sua

taxa de sucesso em identificar quais já havia visto seria bem mais próxima da média estatística. Além disso, nesses estudos, os participantes sempre sabiam que tinham visto uma das imagens do par; assim, da mesma forma que uma testemunha ocular acredita que o criminoso está no grupo de suspeitos, os participantes conseguiam arriscar um bom palpite. Outro estudo, que usou 1.500 imagens, testou a capacidade de memória visual mostrando as fotos, uma de cada vez, durante a fase de teste, e pedindo aos participantes para julgar se cada imagem era “nova” ou “velha”. Nesse caso, cerca de 65% das imagens foram classificadas de forma correta, muito mais perto da média estatística de 50% de probabilidade.[21]

Nossa habilidade em determinar se já vimos determinada imagem não é ruim sob certos aspectos, mas o que dizer de nossa capacidade de memória para algo um pouco mais prático no mundo moderno, como dar nome a um rosto? Essa é uma tarefa que traz dificuldades para muitas pessoas. É provável que os participantes de estudos que recebem 12 fotos de pessoas, com os nomes e as profissões, se lembrarão de apenas dois ou três nomes, mas de quatro ou cinco profissões.[22] Porém, isso acontece após uma única exibição e não remete à capacidade de armazenamento de longo prazo do cérebro humano para nomes e rostos. Outra maneira de medir a capacidade de memória para pares de rosto/nome seria determinar o número total de pessoas que conseguimos nomear. Em teoria, isso poderia ser medido ao mostrarmos para alguém as fotos de todo mundo que essa pessoa já conheceu ou viu na vida e pedir que ela diga quantas consegue nomear, incluindo todas as fontes possíveis: família, amigos, conhecidos, colegas de escola, personagens da televisão e celebridades. Não conheço nenhuma estimativa que estabeleça quantas pessoas em média o ser humano conhece pelo nome,[23] mas, falando por mim, estimo que seja menos de 1.000 - e imagino que o número esteja abaixo de 10 mil mesmo para aquelas pessoas irritantes que se lembram dos nomes de todas as pessoas que já conheceram ou viram. Se alguém for arrojado o bastante para tentar converter essa estimativa elevada de 10 mil em bytes, poderia argumentar que uma imagem de qualidade

razoável (e o texto para o nome) conseguiria ser armazenada em um arquivo de 100 quilobites para um total de 1 gigabite. Um número respeitável, mas não impressionante, que corresponde aproximadamente à capacidade de um único espermatozoide.[24]

CAMPEÕES DE MEMÓRIA

O advento dos Campeonatos Nacionais e Mundiais de Memória, a princípio organizados em Londres, em 1991, facilitou o estudo sobre a capacidade de memória dos seres humanos. Embora possamos pensar que os Campeonatos de Memória sejam estratagemas inteligentes de alguns psicólogos que buscam voluntários para pesquisa, eles são, na verdade, uma competição séria, que coloca um atleta mental contra outro. Esses campeonatos têm alguns eventos diferentes, que incluem memorização de nomes de pessoas, ordens de cartas e sequências de números. Na competição de velocidade com números, os participantes recebem uma folha de papel com 1.000 dígitos. O competidor tem cinco minutos para memorizar os dígitos e, 15 minutos depois, tem de reproduzir o máximo de dígitos possível na mesma ordem em que apareceram. No Campeonato de Memória Nacional dos Estados Unidos de 2008, o campeão geral, Chester Santos, memorizou uma lista de 132 dígitos. Chester ouviu falar pela primeira vez de um Campeonato Mundial de Memória em 2000, em um programa de televisão, quando tinha 23 anos. Após ver a reportagem, ele se interessou em aperfeiçoar a própria memória. Em 2003, Chester competiu em seu primeiro campeonato nacional e, em apenas cinco anos, conseguiu se tornar o campeão dos Estados Unidos.

Poderíamos considerar as habilidades de Chester uma prova de que a memória humana é de fato bastante boa e que as outras pessoas não sabem utilizá-la. Mas, na verdade, os competidores dos campeonatos mostram como o cérebro está pouco preparado para memorizar pedaços isolados de informação.

Os competidores desses campeonatos podem de fato ser dotados de um poder inato de memorização mais alto que a média, mas seus feitos se devem, em grande parte, à prática e às técnicas.

Um dos métodos mais comuns utilizados pelos competidores para memorizar longas sequências de números é aprender a associar cada número possível de três dígitos (000, 001, 002, ..., 999) a uma pessoa, a uma ação e a um objeto.[25] Por exemplo, com meses ou anos de prática, você poderia aprender a associar o número 279 a Bob Dylan, jogar futebol e um pepino; o número 714, a Scarlett Johansson, atirar e porco-espinho; e 542, a Einstein, costurar e nuvens. Assim, se os primeiros nove números de uma sequência fossem 2-7-9-7-1-4-5-4-2, você poderia visualizar Bob Dylan atirando nas nuvens. Os próximos nove dígitos poderiam levar a Mahatma Gandhi enterrando pizza. Com certeza, um número com 90 dígitos ainda exigiria a difícil tarefa de lembrar 10 desses fragmentos surreais, mas a imagem de Bob Dylan atirando nas nuvens é muito mais sugestiva que uma longa série de números. Essa técnica pessoa/ação/objeto é, em geral, complementada pela visualização sequencial desses eventos em uma rota conhecida. Nesse método, chamado *loci*, alguém pode imaginar cada evento pessoa/ação/objeto acontecendo em cada ponto do ônibus que pega até o local do trabalho.

O cérebro humano é tão mal equipado para memorizar números que os competidores do Campeonato Mundial de Memória nem tentam memorizá-los. Eles traduzem esses números em algo bem mais natural de ser lembrado, como as pessoas que conhecem, ações e objetos. Utilizam essas sequências para criar histórias e depois as memorizam, em vez dos números. As histórias são depois traduzidas de volta em números pela memória. Sob a perspectiva da computação, esse sistema é com certeza bastante ineficiente - o equivalente neural a uma máquina de Rube Goldberg.[2] Em um computador, os números são armazenados como sequências de 0s e 1s, em vez de imagens dos números ou fragmentos de frases que poderiam ter sido escritas por uma sala cheia de macacos. Mas se você precisar se lembrar da sequência 12-76-25-69, ficaria mais fácil pensar nas associações que eles inspiram: uma dúzia, independência norte-americana, um quarto e qualquer coisa que você lembre com o número 69.

O método pessoa/ação/objeto se baseia em primeiro armazenar um grande repertório de associações na memória de longo prazo da maneira mais difícil: por pura “decoreba”. Presume-se que esse processo crie links fortes e permanentes entre nódulos específicos, como “Bob Dylan” e “279”. Quando essas associações estão integradas nos circuitos neurais, elas podem ser rapidamente acessadas e armazenadas na memória de curto prazo. A primeira vantagem desse método é o fato de que nossa memória de curto prazo está mais bem adaptada para memorizar pessoas, ações e objetos do que números. Assim, é mais natural visualizar pessoas fazendo algo do que visualizar séries de números. Uma segunda vantagem (menos óbvia) do método pessoa/ação/objeto é que ele diminui a interferência. Conforme já vimos, os conceitos relacionados podem interferir uns nos outros, tornando difícil lembrar os detalhes, embora a essência possa ser lembrada. Para a maioria das pessoas, uma lista de números se mistura em algum momento, e a individualidade de cada número é perdida. Ao traduzir os números em imagens sem sentido, mas resgatáveis, estamos realizando o que os neurocientistas chamam de *separação-padrão*, referindo-se à capacidade de “sobreposição” que cada item da lista tem. Resumindo, de forma simples, “Bob Dylan” é menos semelhante a “Mahatma Gandhi” do que “279” a “714”. Ao associarmos cada número a conceitos bem independentes, diminuímos a probabilidade de que os números interfiram uns nos outros. Os especialistas no método pessoa/ação/objeto conseguem utilizá-lo para memorizar listas enormes de dígitos (o atual recorde mundial está em 405 números), mas talvez o mais impressionante sobre essa façanha seja ver até onde os atletas mnemônicos podem chegar para não precisarem, eles mesmos, decorar os números.

MEMÓRIA SELETIVA

Hoje, vivemos em um mundo no qual ficamos expostos a um número muito maior de informações do que conseguimos armazenar. Por exemplo: só conseguimos nos lembrar de uma fração dos nomes e rostos que encontramos. Falando em termos de

evolução, não é nenhum segredo que o cérebro humano não evoluiu ao ponto de guardar nomes de um grande número de pessoas. A habilidade para reconhecer indivíduos de um grupo social é uma capacidade compartilhada por muitos de nossos mamíferos contemporâneos, embora pareçamos ser únicos em nossa habilidade de dar nomes. Além disso, é provável que, no início da evolução humana, o número total de pessoas diferentes que um indivíduo encontrava fosse bastante baixo. Mesmo supondo que há 250 mil anos nossos ancestrais deram nomes uns aos outros, parece improvável que eles tenham ficado expostos a mais de poucas centenas de pessoas diferentes. No final, a agricultura e outras inovações tecnológicas propiciaram o surgimento de vilas e cidades. Hoje, novos avanços tecnológicos, que incluem fotografia, TV, internet e redes sociais, tornaram o número de pessoas às quais ficamos expostos algumas ordens de grandeza superior ao número de pessoas que nossos distantes ancestrais poderiam ter encontrado.

Da profusão de pontos no tempo e no espaço que cada um de nós vivenciou, a maioria deixou poucos traços em nossas redes neurais. O fato de não me lembrar dos rostos de cada pessoa por quem passei na rua, do nome de cada uma que encontrei na vida, de cada frase que li, pode ser a maneira que a evolução encontrou de evitar a saturação dos bancos de memória. É possível que a memória humana, seja para nomes, fatos ou eventos autobiográficos, opere normalmente perto de seu limite de capacidade. Parecido com a progressiva diminuição da quantidade de espaço livre em um disco rígido, a diminuição da facilidade com que armazenamos informações à medida que envelhecemos pode refletir a limitada capacidade de armazenamento do cérebro.[26]

No início da vida, quando o córtex se parece mais com uma lousa em branco do que em qualquer outro momento, as informações podem ser guardadas de modo mais sólido e redundante - como grandes letras em negrito escritas em várias páginas por meio de milhares e milhares de sinapses. No final da vida, com relativamente poucas sinapses “em branco” disponíveis, as informações são

armazenadas de forma menos redundante e mais esparsa (como pequenas letras escritas nas margens de uma única página) e ficam mais suscetíveis às inevitáveis remodelações, substituições, perda de sinapses e neurônios com a passagem do tempo. Trata-se de uma especulação, mas esse cenário explicaria a lei de Ribot, que afirma que, logo após danos cerebrais, perdemos primeiro as memórias mais recentes, e as mais antigas são as últimas a partir. Esse é um fenômeno que vemos na doença de Alzheimer, pela qual a vida de alguém é apagada aos poucos na ordem inversa: primeiro some a capacidade de reconhecer ou lembrar os nomes de amigos recentes e dos netos. Depois, a memória dos filhos e, por último, desaparece no vazio o reconhecimento do cônjuge e parentes.

O que fica ou não armazenado na memória depende muito do contexto, da importância e da atenção. Muitos lembram onde estavam quando ouviram falar de eventos que abalaram o mundo ou da inesperada morte de um ente querido. Conheci pessoas que lembram os resultados de cada jogo de futebol a que assistiram, mas lutam para se lembrar de um novo número de telefone ou da data de aniversário do cônjuge. Acontecimentos importantes ou que levem a risco de vida, assim como os que atraem nosso interesse e atenção, ganham acesso privilegiado aos nossos bancos de memória. Isso é, em parte, o resultado de coquetéis específicos de neuromoduladores em circulação no cérebro e de quanta atenção dedicamos a esses eventos.[27] Por exemplo, a adrenalina liberada em momentos de alerta elevado contribui para a formação de memórias duradouras ou do tipo “flash”. Tais mecanismos podem assegurar que os acontecimentos importantes e aqueles nos quais estamos mais interessados sejam armazenados, ao mesmo tempo em que evitam a perda de espaço para armazenar os detalhes das horas tediosas de espera que perdemos nos aeroportos.

Um dos motivos para não guardarmos boa parte de nossas experiências na memória de longo prazo pode ser a economia de espaço. Mas também poderia ser por se tratar do equivalente mental ao spam. Em última instância, o objetivo da memória humana não é guardar informações, mas organizá-las de maneira que possam ser úteis para a compreensão e previsão de eventos do

mundo ao redor. Conforme observou Daniel Schacter, “a informação sobre o passado é útil somente na medida em que nos permite antecipar o que pode acontecer no futuro”.[28] Pode muito bem existir uma escolha entre o armazenamento de grande quantidade de informações e a organização e uso delas. Essa escolha é captada pela obra de ficção de Jorge Luis Borges, intitulada *Funes, o memorioso:*

> Funes se lembrava não apenas de cada folha de cada árvore de cada floresta, mas também de cada uma das vezes em que a viu ou em que a imaginou (...). Para ele, não era apenas difícil compreender que um símbolo genérico “cachorro” pudesse representar tantos indivíduos diferentes, com tamanhos e formas diversas; também o incomodava que o cachorro das 3:14 (visto de lado) devesse ter o mesmo nome do cachorro das 3:15 (visto de frente).[29]

A escolha entre a grande capacidade de armazenamento e o uso eficaz das informações armazenadas parece estar bem ilustrada pelas pessoas com a síndrome de savant.[30] Alguns portadores dessa síndrome têm extraordinária capacidade de armazenar grande quantidade de informações, como livros inteiros, mas, como indica o próprio termo médico original da doença (“sábio idiota”), parece que há um preço a pagar por essa habilidade; muitos desses indivíduos têm dificuldades com pensamentos abstratos, com o entendimento de analogias e com interações sociais normais. Embora alguns portadores tenham habilidade superior para armazenar informações, eles podem ter dificuldade para utilizá-las de fato.[31]

As lembranças de nossas próprias experiências não são reproduções fiéis, mas reconstruções parciais e fluidas, baseadas em um mosaico de eventos que abrangem pontos diferentes no espaço e no tempo. A natureza maleável dos mecanismos de armazenamento no cérebro é responsável pelo fato de nossas memórias serem atualizadas de forma contínua e ilimitada no tempo

(tornando o crescimento de um filho imperceptível para os pais, mas evidente para os avós). A fluidez da memória também é responsável por nossa propensão a fundir e apagar fatos, confundir eventos no tempo e até mesmo gerar falsas memórias do nada. Essas características e bugs podem, em parte, ser atribuídas ao fato de que (diferentemente de um computador) as operações de armazenamento e de recuperação no cérebro não são processos independentes, mas intimamente entrelaçados.

---

1 *Nota do Tradutor:* O *speed dating* surgiu no final do século XX, mais precisamente em 1998, nos Estados Unidos. Seus criadores foram o Rabino Yaacov Deyo e sua esposa, Sue, baseados na tradição judaica de ajudar jovens judeus solteiros a encontrarem o amor de sua vida. A prática deixou de ser exclusivamente voltada para o público judeu, foi ganhando espaço e tornou-se popular principalmente nos Estados Unidos, Europa, China e Austrália. Transformou-se em uma forma de ajuda para promover relacionamentos entre pessoas diferentes de forma divertida e eficiente. Surgiram grandes empresas no ramo que se especializaram nesse tipo de evento. No Brasil, o *speed dating* não existia até a chegada da Speed Dating Brasil.

2 *Nota do Tradutor*: Uma máquina de Rube Goldberg realiza uma tarefa simples de forma bastante complicada, em geral, utilizando uma reação em cadeia.

Acidentes cerebrais

Homens em uma guerra
Se perderam um membro
Ainda sentem aquele membro
Como sentiam antes
Ele deita em uma cama de campanha
Ele está encharcado de suor
Ele está mudo, olhando
Mas sentindo aquilo
Que não possui mais
Suzanne Vega

Em sua canção “Men in a War” (“Homens em uma guerra”), Suzanne Vega capta o paradoxo da *síndrome do membro fantasma:* pessoas que têm uma parte do corpo amputada muitas vezes experimentam a sensação bastante clara de que ainda a tem. Algumas vezes, os amputados sentem a perna ou o braço perdido “congelado” numa posição fixa e, pelo fato de essa sensação ser bastante autêntica, podem levar em conta a posição do membro inexistente quando se movem. Um homem que sentia o braço amputado estendido na lateral do corpo o tempo inteiro atravessava a porta de lado para não bater o braço inexistente. Outro tentava caminhar com a perna inexistente.[1] Em muitos casos, as sensações fantasmas não são sentidas apenas como a presença de um membro perdido, mas como uma fonte bastante real de dor. Uma pessoa que perdeu um braço pode sentir a dor de ter as unhas de

dedos fantasmas cravando a palma da mão fantasma o tempo inteiro. A dor fantasma é tão genuína e debilitante como qualquer outra forma de dor. Porém, o aspecto trágico disso é que há pouca esperança de suavizar a dor onde se percebe ser o ponto de origem.

A ininterrupta sucessão de guerras ao longo da história humana fez, por algum tempo, as pessoas perderem partes do corpo. Como consequência, há vários registros históricos de pessoas que viviam com os fantasmas dos antigos membros. No entanto, somente na segunda metade do século XX a medicina passou a aceitar a síndrome do membro fantasma como distúrbio neurológico. Não se pode culpar os médicos (nem os leigos) por suporem que os relatos sobre membros fantasmas refletiam um tipo de histeria ou saudade do membro amputado. O que poderia ser mais inesperado que o conceito de sentir algo que não existe mais? Como o próprio termo “fantasma” sugere, a situação parecia implorar por uma explicação metafísica. De fato, a síndrome do membro fantasma levou ao meu argumento favorito em apoio ao conceito da alma. O almirante britânico do século XVIII Lorde Nelson, que perdeu o braço direito em uma batalha, passou por nítidas sensações fantasmas, que considerou uma prova da existência da alma. Seu raciocínio surpreendentemente lógico foi o de que, se o espectro de seu braço poderia persistir após a perda, o mesmo aconteceria com as pessoas.[2]

Embora a síndrome do membro fantasma possa parecer absurda, existe talvez uma síndrome ainda mais peculiar, que também tem relação com a consciência sobre o corpo. Após certos tipos de traumas corticais (em geral, um acidente vascular cerebral), as pessoas podem deixar de reconhecer partes do próprio corpo. O membro propriamente dito é bastante funcional: os músculos e os nervos que conectam a perna ou o braço à medula espinhal estão intactos. Essa é uma forma rara e, em geral, transitória de negligência do corpo, que tem sido chamada de *somatoparafrenia*.[3] Se um médico toca o braço afetado de um portador dessa síndrome, o paciente não relata nenhuma sensação consciente de ter sido tocado. No entanto, ele pode, por reflexo, mover o braço em

resposta a um estímulo doloroso. Se for perguntado sobre esse objeto em repouso na mesa, ele dirá que é *um* braço e não o *seu* braço. Quando questionado sobre a quem pertence o braço, poderá dizer que não sabe ou até mesmo afirmar que pertence a outra pessoa. Em um caso, o paciente que acreditava que sua mão esquerda era a do médico, comentou: “Este é meu anel. Você está com meu anel, doutor.” No livro *O homem que confundiu sua mulher com um chapéu* (Companhia das Letras, 1997), Oliver Sacks conta sobre um paciente que estava no hospital após ter sofrido um derrame. Enquanto estava hospitalizado, o paciente caiu da cama. Mais tarde, explicou que, ao acordar, encontrou uma perna sem corpo na cama com ele e achou que fosse uma espécie de brincadeira. Assim, como era de se esperar, ele jogou a perna para fora da cama. Nesse processo, também acabou indo parar no chão (a perna era dele).[4]

A síndrome do membro fantasma e a somatoparafrenia são, de certa forma, imagens espelhadas. Em uma delas, as pessoas sentem um membro que não existe; na outra, as pessoas negam a presença de um membro em perfeito estado físico. Juntas, essas condições pedem uma compreensão mais profunda sobre a natureza da mente e sobre o que significa de fato sentir o próprio corpo.

A ILUSÃO DO CORPO

Todos sabemos os nomes dos famosos pintores que fascinam nosso sentido da visão. Reverenciamos os músicos que seduzem nosso sentido da audição. É provável que você consiga dizer o nome de um cozinheiro famoso e, se não de um perfumista, pelo menos de um perfume famoso, o que abrange quatro dos cinco sentidos, restando o tato. Não existe um Picasso, um Mozart ou mesmo um Thomas Keller ou Ernest Beaux (criador do Chanel n. 5) do tato. Existem muitas razões para isso, inclusive a de não podermos guardar o tato em DVD, em arquivo mp3, na geladeira ou em um frasco. Estímulos táteis não podem ser experimentados de longe. O tato é o mais íntimo e pessoal de todos os sentidos.

Embora bastante negligenciado pelo mundo da arte, o tato possui uma impressionante variedade de sensações: dor, frio, calor, cócegas, maciez, dureza, comichão e aspereza. O tato nos dá um conjunto de emoções que os outros sentidos só podem desejar ter: da dor inegociável de uma topada ao êxtase sensual do sexo.

Essa amplitude de percepção vem como cortesia do sistema sensorial somático do cérebro, que não é responsável apenas pelo tato em si, mas pela própria percepção do corpo. Quando o neurologista bate no meu joelho, não sinto apenas o martelo de borracha; sinto que ele bateu no *meu joelho!* É o meu joelho e não o de outra pessoa, e é o meu joelho esquerdo e não o direito. O sistema sensorial somático não gera apenas um relatório sobre o fato de o martelo ser duro ou macio, frio ou quente, mas localiza essas sensações nas partes específicas do corpo que estiveram em contato com o objeto que as desencadeou. Na periferia, o sistema sensorial somático engloba sofisticados detectores de toque distribuídos por todo o corpo. Os *mecanorreceptores* embutidos em nossa pele conseguem detectar minúsculas deformações nela. Diferentemente do touchpad de um laptop, o cérebro tem vários tipos de detectores para cada local. Alguns respondem a um leve toque, outros detectam vibrações ou a posição dos membros, e outros reagem à temperatura e a estímulos dolorosos.

Ao cravar as unhas na palma da mão, os receptores de dor são ativados e você sente a dor na palma da mão. Alguém com dor fantasma pode viver com essa mesma sensação, embora não tenha dedos ou palma da mão. Essa dor seria uma ilusão?

As sensações fantasmas revelam algo fundamental sobre a consciência do corpo: os membros fantasmas não são ilusões; na verdade, a sensação de nossos membros reais é que é uma ilusão. Quando você dá uma topada, os receptores de dor enviam sinais do dedo para os neurônios do cérebro, que acabam induzindo a sensação de dor. Mas você não sente a dor como se estivesse na cabeça! Como um projetor de filmes que lança as imagens em uma tela distante, o cérebro projeta a dor de volta para o dedo. Essa projeção é talvez a ilusão mais surpreendente de todas: embora,

sem dúvida, seu corpo seja real, o fato de senti-lo como se estivesse fora dos limites do crânio é uma ilusão.

Um ventríloquo consegue criar a ilusão convincente de que é um boneco que ofende a plateia. Isso se dá pela manipulação da voz e pelas pistas visuais enganosas: minimizar o movimento dos próprios lábios enquanto exagera nos do boneco. Se um ventríloquo distraído continuasse com a rotina mas esquecesse o adereço mais importante, a situação seria bastante transparente e sem graça. Como um ventríloquo sem boneco, na falta de um membro a natureza ilusória de que temos posse do nosso corpo é revelada com rapidez. Os membros fantasmas representam apenas a ilusão normal do corpo que deu errado porque a sensação é projetada para um membro que não existe mais.

Para entender melhor como isso pode acontecer seria útil examinar em mais detalhes o fluxo de informações, desde a periferia até o cérebro. Quando alguém, cuidadosamente, toca seu dedo com um cotonete, receptores na ponta do dedo geram ações potenciais (as “ondas” bioelétricas que carregam os sinais de emissão dos neurônios) que viajam pelos axônios dos neurônios sensoriais em direção à medula espinhal. Esses axônios fazem sinapses em neurônios da medula espinhal, que, por sua vez, transportam informações para partes específicas do córtex. Da mesma maneira que existem áreas do cérebro voltadas para o processamento de estímulos visuais ou auditivos, partes do córtex se dedicam a processar as informações que chegam dos receptores sensoriais distribuídos por todo o corpo. A primeira dessas áreas é, com razão, chamada de *sistema sensorial somático primário.* Ao registrarem a atividade elétrica do córtex sensorial somático de animais enquanto tocavam diferentes partes do corpo, os neurocientistas descobriram, no final dos anos 1930, um mapa do corpo definido no cérebro. Quase na mesma época, o neurocirurgião canadense Wilder Penfield chegou à mesma conclusão enquanto fazia cirurgias em pacientes com epilepsia. Considerando que o cérebro não possui receptores sensoriais, essas cirurgias podiam ser feitas em pacientes acordados, com anestesia local. Isso permitiu que Penfield seguisse uma abordagem

oposta à dos cientistas que conduziam experimentos com animais. Em vez de registrar a atividade elétrica dos neurônios em resposta ao toque, ele os estimulava eletricamente e perguntava o que tinham sentido. As respostas costumavam ser "Minha boca está dormente" ou o paciente tinha sentido um espasmo na perna esquerda. A partir dos experimentos de Penfield, sabemos agora que, se fôssemos desenhar sobre o córtex as partes do corpo que cada zona sensorial somático representava, acabaríamos chegando a um homenzinho chamado *homúnculo sensorial* (Figura 3.1). Entretanto, o desenho do homem seria bastante distorcido: algumas partes do corpo, como os dedos, seriam grandes demais, a ponto de ficarem desproporcionais. Em outras palavras, existe proporcionalmente mais espaço cortical alocado para os dedos em comparação com partes maiores do corpo, como as coxas. Embora o mapa seja distorcido, as áreas vizinhas do corpo são representadas em áreas vizinhas do córtex, ou seja, o mapa é *topográfico*. Estudos posteriores revelaram que, na verdade, não existe um único mapa, mas vários mapas do corpo lado a lado; cada um deles é especializado para diferentes modalidades de toque, como um toque leve ou vibrações.[5]

Os experimentos de Penfield resultaram em uma demonstração brilhante de que as sensações poderiam ser provocadas por estímulo direto no cérebro, embora todos os canais normais de entrada tivessem sido contornados. Em sua maior parte, porém, as sensações produzidas nas pesquisas de Penfield e em pesquisas posteriores em seres humanos eram bastante "vagas" - os pacientes em geral não confundiriam a sensação produzida por estímulo direto no cérebro com o toque de alguém em seu corpo. Porém, em princípio, seria possível enganar o cérebro se soubéssemos precisamente quais neurônios deveríamos estimular. A possibilidade de a estimulação direta do cérebro substituir a física real tem sido estudada em alguns experimentos inteligentes, do tipo *Matrix,* realizados com macacos. O neurocientista mexicano Ranulfo Romo treinou macacos para realizarem uma tarefa em que precisavam julgar a frequência de vibração de uma "sonda" de metal colocada na ponta dos dedos indicadores.[6] Durante cada teste, o macaco

recebia primeiro um estímulo de “referência” (por exemplo, a sonda poderia vibrar a 20 ciclos por segundo). Em seguida, o macaco recebia um estímulo de “comparação”, em que a sonda vibrava com frequência maior ou menor. Os macacos foram treinados para apertar um dos botões para indicar se o segundo estímulo teve frequência menor ou maior do que o primeiro. Os macacos executaram bem a tarefa e conseguiram diferenciar várias vezes estímulos que vibravam a 20 ou 30 ciclos por segundo. O ponto-chave desse experimento foi o fato de que os macacos tinham eletrodos implantados no cérebro, na área exata do córtex sensorial somático primário, área dedicada a processar as informações vindas do dedo estimulado pela sonda. Esses eletrodos permitiram que os pesquisadores fornecessem estímulos artificiais aos mesmos neurônios que, de modo natural, seriam ativados pela sonda na ponta do dedo do macaco.
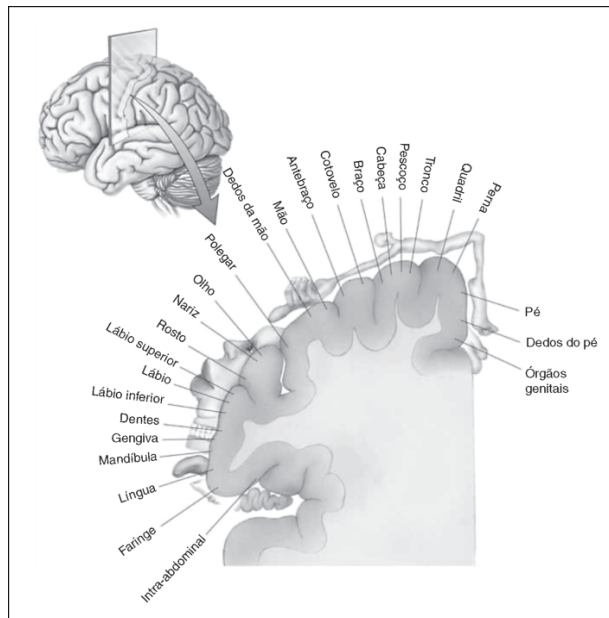
Figura 3.1 Córtex sensorial somático. Um mapa do corpo humano fica exposto na superfície do córtex sensorial somático. O mapa é considerado topográfico porque as áreas adjacentes ao córtex representam superfícies adjacentes ao corpo. Observe que grandes áreas do córtex podem ser "alocadas” para partes um tanto pequenas do corpo, como os dedos (Bear *et al.,* 2007; modificada com autorização de Wolters Kluwer).

Romo e seus colegas se perguntavam se conseguiriam enganar o macaco para que realizasse a tarefa “virtualmente” - o que aconteceria se, após treinarem um macaco para comparar a frequência do estímulo físico do mundo real, utilizassem a estimulação elétrica direta do córtex sensorial somático? Nesses testes virtuais, o primeiro evento foi outra vez a sonda de metal no dedo. Entretanto, em vez de aplicar um segundo estímulo com frequência diferente no dedo do animal, eles aplicaram uma breve série de pulsos elétricos direto no cérebro do macaco por meio de eletrodos implantados - contornando todo o sistema sensorial somático periférico. Considerando que a estimulação elétrica também poderia ser aplicada com frequências específicas, os pesquisadores poderiam pedir ao animal para comparar a frequência de estímulos reais e virtuais. Se ele não sentisse esse segundo estímulo, é provável que não completasse a tarefa ou tentasse adivinhar. Por outro lado, se a estimulação física e a direta no cérebro fossem, de certa maneira, equivalentes, ele continuaria realizando a tarefa com alta taxa de sucesso. Para surpresa dos pesquisadores, os macacos continuaram a executar a tarefa, comparando corretamente a frequência dos estímulos físicos e virtuais, da mesma maneira que fizeram com os dois estímulos físicos. É claro que não sabemos se eles sentiam o mesmo com os estímulos físicos e virtuais ou se pensavam: “Uau! Nunca senti algo assim antes!” No entanto, esses experimentos confirmam que algumas formas um tanto primitivas de estimulação direta do cérebro conseguem substituir, de maneira funcional, os estímulos reais.

Saber que a sensação de toque ou a de sentir o próprio braço pode ser obtida apenas pela ativação dos neurônios no cérebro nos permite entender como poderiam surgir as sensações fantasmas. Uma das primeiras hipóteses científicas sobre a causa das sensações de membro fantasma foi a de que resultavam do fato de os nervos cortados voltarem a crescer no local da amputação. Essa é uma hipótese lógica, pois as extremidades distantes das fibras nervosas cortadas poderiam de fato brotar na parte remanescente do membro, chamada de *coto.* Dessa maneira, os nervos que

costumavam ocupar as mãos poderiam ocupar o coto e enviar sinais para o sistema nervoso central, que continuaria a interpretá-los como se o membro perdido ainda estivesse presente. Essa hipótese estava por trás dos primeiros tratamentos da dor fantasma, feitos pelo corte cirúrgico dos nervos no coto ou à medida que entravam na medula espinhal. Esse procedimento foi benéfico em alguns casos, mas em geral não fornecia cura permanente para a dor fantasma.

Hoje, os cientistas concordam que, em muitos casos, as sensações fantasmas não refletem um sinal anormal dos nervos que costumavam ocupar o membro perdido, mas são causadas por mudanças que ocorrem dentro do cérebro. Sobretudo em situações como o experimento com macacos, em que a estimulação direta do cérebro aparecia para substituir o estímulo real, os neurônios do cérebro que, de outra forma, seriam ativados pelo braço continuam a disparar e a gerar a percepção de um membro fantasma.[7] Mas permanece uma questão: por que os neurônios no cérebro que, em geral, são estimulados pelo membro continuam ativos mesmo quando o membro já não existe há bastante tempo? A resposta para essa pergunta nos sugere insights importantes sobre como uma das características mais poderosas do cérebro (a capacidade de adaptação) pode se tornar um bug cerebral.

NEURÔNIOS ABOMINAM O SILÊNCIO

Como o espaço em um chip de computador, o território cortical é um recurso muito valioso e limitado. Então, como o cérebro define a parte da área cortical destinada a cada parte do corpo? Um centímetro quadrado de pele na parte baixa das costas merece o mesmo poder computacional cortical que um centímetro quadrado de pele na ponta do dedo indicador?

Poderíamos imaginar que a quantidade de área cortical dedicada a diferentes partes do corpo seja determinada pela genética e, de fato, até certo ponto, a alocação cortical é estrutural. Por exemplo, existem menos fibras sensoriais nervosas por centímetro quadrado nas costas do que na mão (as costas representam um dispositivo de

entrada de baixa resolução, enquanto a ponta dos dedos possui alta resolução de entrada). Isso é função do sistema operacional neural, como foi definido na Introdução do livro. Mas apenas essa estratégia predestinada seria um processo evolutivo rígido e mal concebido demais. A solução elegante (e, de certa forma, darwinista) para o problema de alocação cortical é diferentes partes do corpo precisarem brigar entre si: as partes mais "importantes" do corpo são premiadas com mais território cortical.

Se você fecha os olhos e pede para alguém tocar um de seus dedos da mão, consegue dizer com facilidade qual deles foi tocado. Se essa mesma pessoa se dispuser a repetir esse experimento e tocar um de seus dedos do pé, talvez você não tenha tanta certeza de qual dedo foi tocado e pode até mesmo dar a resposta errada. Isso ocorre, em parte, porque, com toda a probabilidade, seu cérebro dedica mais córtex sensorial somático para os dedos das mãos do que para os dos pés. A quantidade de córtex alocada para cada parte do corpo contribui para a precisão com que você consegue localizar o ponto de contato e com que facilidade você consegue determinar se foi tocado por um alfinete, uma caneta ou um dedo de outra pessoa. Podemos imaginar que uma costureira, um cirurgião ou um violinista, comparados com um professor, um advogado ou um percussionista, se beneficiariam muito por terem maior quantidade de córtex sensorial somático alocado para processar informações das pontas dos dedos. Além disso, se você fosse aprender braile, seria bastante conveniente realizar uma atualização da parte de seu córtex sensorial somático dedicada à ponta dos dedos. Faz sentido poder alocar quantidades diferentes de superfície cortical para as pontas dos dedos, caso a caso, ao longo da vida de um indivíduo. Acontece que o cérebro consegue alocar recursos corticais de forma dinâmica, dependendo da necessidade de computação, isto é, a área cortical que representa diferentes partes do corpo pode expandir ou contrair em função da experiência.

Por muitas décadas pensou-se que os mapas sensoriais somáticos observados em seres humanos e outros animais fossem rígidos na vida adulta. Mas essa visão inflexível foi derrubada no

início dos anos 1980 por uma série de estudos inovadores realizados pelo neurocientista Michael Merzenich, da Universidade da Califórnia, em San Francisco. Merzenich e seus colegas demonstraram que os mapas corticais eram "plásticos" - como dunas de areia no deserto, o córtex era constantemente remodelado.[8] Merzenich mostrou inicialmente que, após cortar um dos nervos da mão, o córtex sensorial somático dos macacos se reorganizava - o mapa mudava. Os neurônios das áreas corticais que a princípio reagiam à mão afetada ficavam insensíveis no início, mas, ao longo de semanas e meses, iam ganhando sensibilidade de novo. Os neurônios que foram privados dos estímulos normais em função do corte do nervo "trocavam de time" - ficavam cada vez mais sensíveis a outras partes do corpo. Ainda mais importante, estudos posteriores mostraram que, quando os macacos eram treinados para utilizar poucos dedos para fazer a diferenciação tátil no período de meses, as áreas do córtex sensorial somático que representavam esses dedos se expandiam. É como se houvesse algum gestor no cérebro que ficasse distribuindo o precioso espaço cortical para as partes do corpo que necessitassem mais.

Embora, a princípio, esses estudos tenham sido recebidos com grande ceticismo, a plasticidade cortical é agora aceita como um dos princípios fundamentais da função cerebral. Estudos com humanos estabeleceram ainda a importância da capacidade do córtex em se reorganizar para muitos tipos de aprendizado. Por exemplo, por meio de técnicas não invasivas, alguns estudos compararam a quantidade de córtex sensorial somático dedicada aos dedos de músicos e dos que não são músicos. As pessoas que, desde cedo, começaram a tocar instrumentos de corda mostraram ter mais área cortical dedicada às pontas dos dedos. De forma semelhante, foi observada uma expansão das áreas das pontas dos dedos em pessoas que aprenderam a ler em braile quando jovens.[9]

Nos primeiros dias, os programadores de computador precisavam alocar com antecedência a quantidade de memória a ser utilizada em determinado programa, isto é, precisavam estimar quanta memória seria utilizada, e alguns softwares iniciais tinham um limite para a quantidade de informação que poderiam processar. Ao longo

das décadas, foram desenvolvidas linguagens de computação mais sofisticadas, que permitiam a alocação dinâmica de memória: se digito cada vez mais palavras em um processador de texto, a quantidade de memória dedicada ao arquivo aumenta de forma dinâmica. Em termos de alocação do poder de computação, o cérebro tem utilizado essa estratégia por dezenas de milhões de anos, embora a alocação dinâmica de áreas corticais em um processo gradual ocorra ao longo de semanas e meses.

Com certeza, o cérebro não possui um gestor para supervisionar a distribuição de território cortical. Então, como ele descobre a importância exata de diferentes superfícies do corpo? Ele parece utilizar um princípio básico. Uma vez que o grau de atividade de determinada zona do córtex sensorial somático reflete, *grosso modo*, a quantidade da parte correspondente do corpo que será utilizada, o cérebro consegue atribuir importância com base na atividade.[10] Consideremos o que acontece no córtex sensorial somático de uma pessoa que tenha a sensação fantasma de um dedo indicador perdido em um acidente. Em geral, os neurônios na zona do córtex sensorial somático primário que representa o dedo indicador seriam impulsionados por estímulos originários desse dedo. Porém, privados agora de sua fonte de estímulos, esses neurônios corticais devem disparar muito menos do que antes. Para fins de argumentação, vamos pressupor que os neurônios do dedo indicador no córtex sensorial somático ficaram mudos por completo após o acidente. Os neurônios abominam o silêncio. Um neurônio que nunca dispara está mudo; ele quase não merece o título de neurônio, pois eles têm tudo a ver com comunicação. Portanto, não chega a surpreender que sejam programados para fazer o máximo no sentido de evitarem o silêncio por longos períodos. Da mesma forma que existem mecanismos compensatórios ou *homeostáticos* que permitem que o corpo regule sua temperatura, dependendo do fato de estar quente ou frio do lado de fora, os neurônios podem regular de forma homeostática seu nível de atividade.

Um neurônio no córtex sensorial somático dedicado ao dedo indicador recebe milhares de sinapses. Muitas delas transmitem informações do dedo indicador, mas algumas derivam de neurônios

vizinhos no córtex que representam outras partes do corpo. Nesse caso, por causa da organização topográfica do córtex, os neurônios que cercam os do dedo indicador tendem a ser os que representam o polegar e o dedo médio. Esses neurônios vizinhos devem exibir seus níveis normais de atividade (ou, talvez, mais porque alguém que perca o dedo indicador passará a utilizar o dedo médio). Os neurônios silenciados do dedo indicador amplificarão os estímulos vindos de áreas vizinhas que ainda estão ativas, o que permite que "mudem de time" - os antigos neurônios do dedo indicador podem se tornar neurônios do polegar ou do dedo médio, fortalecendo as sinapses dos neurônios que já respondiam ao polegar ou ao dedo médio.

Os mecanismos exatos responsáveis pela amplificação dos estímulos que antes eram fracos continuam a ser discutidos; porém, mais uma vez, parecem se basear nos mesmos mecanismos celulares e sinápticos subjacentes ao aprendizado e à memória, incluindo o fortalecimento de sinapses existentes e a formação de novas.[11] Lembre-se da regra de Hebb do Capítulo 1: *neurônios que disparam unidos permanecem unidos.* No entanto, suponha que um neurônio pare de disparar por completo, como no exemplo hipotético dos neurônios do dedo indicador, que ficaram em silêncio. As formas homeostáticas de plasticidade sináptica permitem que sinapses antes fracas fiquem fortes mesmo na ausência de muita atividade pós-sináptica, o que, em essência, contradiz a regra de Hebb.[12] Se um sinal forte é perdido, a resposta para estímulos fracos pode ser amplificada.

Agora vamos voltar à questão sobre por que os neurônios no córtex sensorial somático que perdem o estímulo original continuam a disparar e a enganar o cérebro fazendo-o acreditar que um membro amputado (ou dedo) ainda está presente. Uma hipótese é a de que os neurônios que costumavam ser ativados pelo dedo indicador sejam impulsionados pela atividade do polegar e do dedo médio, mas de modo exagerado. Assim, mesmo na ausência da fonte normal de impulsos, os neurônios no córtex sensorial somático primário, que antes eram responsáveis por transmitir informações sobre o dedo indicador, ainda podem estar ativos! As áreas a favor

da corrente ou de “ordem superior” do córtex continuam a interpretar essa atividade como evidência de que o dedo indicador ainda está no lugar. Presume-se que essas áreas de ordem superior criem, de algum modo, a experiência consciente de sentir o corpo, mas ninguém sabe como ou onde isso ocorre. No entanto, em pessoas com membro fantasma, fica claro que essas áreas nunca recebem a mensagem de que o corpo mudou - o mapa principal nunca é atualizado. Como um rei que nunca sabe que parte de seu império foi tomada e pode continuar a governar um território que não controla mais, uma parte do cérebro persiste em gerar uma ilusão inalterada do corpo e ignorar com inocência que alguma parte do corpo não existe mais.

A FANTÁSTICA PLASTICIDADE DO CÓRTEX

A descoberta de que o córtex sensorial somático é remodelado de forma contínua ao longo da vida foi fundamental porque revelou uma característica geral do córtex e dos mecanismos de aprendizado e memória: a plasticidade cortical não se limita apenas ao córtex sensorial somático; é uma característica geral de todo o córtex. Muitos estudos demonstraram que os circuitos em outras áreas corticais também passam por uma reorganização em resposta à experiência.

A maior parte de nosso conhecimento sobre a plasticidade cortical vem de estudos das áreas sensoriais, em especial as dos córtices sensorial somático, auditivo e visual. Dentre eles, a visão é a área cortical mais conhecida. Em primatas, por exemplo, a quantidade total do córtex dedicada ao processamento visual supera em muito a de qualquer outra modalidade sensorial. Algumas estimativas mostram que perto de metade de todo o córtex pode estar dedicado sobretudo à visão.[13] Assim, se essas áreas pararem de funcionar por completo em função da cegueira, haverá bilhões de neurônios bastante entediados. No entanto, devido à plasticidade cortical, essas áreas visuais podem passar a trabalhar com outras tarefas não visuais. Para uma pessoa que perdeu a visão em idade precoce, a tarefa tátil de determinar se o objeto na mão é uma

caneta ou um lápis pode ativar áreas “visuais” (a parte do cérebro que em geral processaria a visão). Como prova disso, a interferência temporária na atividade elétrica normal do córtex “visual” de pessoas cegas acabou degradando sua capacidade de ler em braile. Em pessoas cegas, o córtex visual também é ativado mais fortemente pelos sons.[14] Em outras palavras, uma pessoa cega pode ter mais hardware cortical dedicado ao processamento auditivo e sensorial somático, contribuindo para um desempenho superior em algumas tarefas auditivas e sensoriais somáticas.[15] O nível até onde as pessoas conseguem melhorar o processamento em modalidades sensoriais e utilizá-las para compensar modalidades perdidas como a visão é ilustrado, em um caso extremo, pela habilidade que algumas pessoas têm de ver com o auxílio da *echolocation* (a percepção da posição pelo eco). Alguns animais, como morcegos e golfinhos, conseguem percorrer seus ambientes e diferenciar objetos na ausência da luz. Os golfinhos conseguem até mesmo fazer a representação gráfica do som e “ver” através de alguns materiais. Por isso, a Marinha dos Estados Unidos treinou golfinhos para encontrar minas escondidas sob camadas de lama no fundo do oceano.

A percepção da posição pelo eco usa os mesmos princípios de um sonar. Os animais, em especial morcegos e golfinhos, emitem sons, esperam que o eco retorne após ricochetearem nos objetos e utilizam seu sistema auditivo para interpretar a cena representada pelos ecos. Os sons emitidos são de alta frequência, bem acima da faixa auditiva dos humanos, e o atraso entre a emissão do som e o retorno do eco é usado para determinar a distância do objeto. É extraordinário que algumas pessoas cegas tenham aprendido a usar o eco. Elas emitem sons parecidos com um “clique” com a boca (ou usam bengalas para “bater” no chão) e esperam pelo eco. Um menino que perdeu os dois olhos por causa de um câncer aos 2 anos conseguia caminhar e distinguir objetos (como um carro de uma caçamba de lixo) sem tocá-los.[16] Embora essa habilidade não tenha sido estudada com rigor, é provável que se baseie na capacidade do cérebro de alocar áreas corticais de acordo com a experiência de um indivíduo. Deve-se destacar, porém, que as

habilidades sensoriais extraordinárias não resultam apenas do fato de haver mais espaço cortical disponível para realizar certos cálculos. Elas também são produto de prática intensa e da experiência de imersão equivalente a viver em um mundo bem diferente.

A capacidade do córtex de se adaptar e de se reorganizar está entre suas características mais poderosas. A plasticidade cortical é o motivo de por que a prática faz a perfeição, de os radiologistas diagnosticarem pneumonia em raios X que mais parecem borrões fora de foco para o restante das pessoas, e de por que os que leem em braile têm maior sensibilidade com a ponta dos dedos. A plasticidade cortical também é o motivo de a criança nascida na China acabar tendo um cérebro bem adaptado para decifrar os sons tonais do mandarim, cujo som parece indistinguível para os falantes de português. Entretanto, a plasticidade cortical também é responsável por alguns dos bugs cerebrais que surgem em resposta a lesão leve ou grave. Em alguns casos, a dor de um membro fantasma é uma falha do próprio cérebro, produzida não por um membro que falta, mas por um pequeno defeito na tentativa de se adaptar ao membro faltante. A extraordinária capacidade do cérebro de se reorganizar pode ser inadequada para determinado indivíduo.

As pequenas falhas na plasticidade cerebral podem também explicar uma condição médica bastante comum: o zumbido no ouvido. Cerca de 1% a 3% da população geral sente um incessante e incômodo zumbido que caracteriza essa condição. Essa é a principal deficiência registrada pelos veteranos da Guerra do Iraque.[17] As consequências do zumbido no ouvido podem ser graves e incluem incapacidade de se concentrar, perda do sono e depressão.

O som é detectado pelas células ciliadas localizadas no órgão sensorial do ouvido, a cóclea. Pequenos “pelos” ou cílios no topo de cada uma dessas células respondem às mudanças mínimas na pressão do ar; seu movimento resulta na geração de ações potenciais no nervo auditivo que transmite as informações para o cérebro. Grupos diferentes de células ciliadas tendem a ser ativados por frequências específicas. Parecido com o teclado de um piano, a

cóclea apresenta baixas frequências em uma extremidade e altas frequências em outra. Da mesma maneira que o córtex sensório somático contém um mapa topográfico do corpo, o córtex auditivo primário contém um mapa da cóclea *(tonotopia).* Se um neurocirurgião estimulasse seu córtex auditivo, em vez de sentir que alguém o tocou, você ouviria um som que, dependendo da localização exata do estímulo, seria de frequência baixa ou alta.

Poderíamos especular que o ruído áspero sentido pelas pessoas que sofrem de zumbido no ouvido seja produzido por detectores de som hiperativos dentro dos órgãos auditivos; que, por algum motivo, algumas células ciliadas da cóclea são permanentemente ativas e geram a ilusão de um som que nunca acaba. Apesar de ser plausível, essa hipótese não corrobora boa parte das evidências. O zumbido no ouvido é, em geral, acompanhado de diminuição na atividade da cóclea e do nervo auditivo, e associado à morte de células ciliadas.[18] A morte dessas células pode ocorrer por causa de certos medicamentos, exposição crônica ou aguda a sons muito altos e envelhecimento natural. O ouvido é especialmente sensível aos riscos ambientais e ao processo de envelhecimento porque nascemos com poucas e preciosas células ciliadas - cada cóclea contém apenas cerca de 3.500 do tipo mais importante de células ciliadas: as células ciliadas interiores (ao contrário dos 100 milhões de fotorreceptores em cada retina, por exemplo). O dano às células ciliadas que respondem a altas frequências resulta, claro, na deficiência auditiva para sons de alta frequência. O ruído que as pessoas ouvem, em geral, corresponde à mesma frequência em que as pessoas sofrem perda auditiva.[19] Isto é, a perda de células na base da cóclea (que responde a sons de alta frequência) pode resultar em zumbido contínuo de alta frequência. Nesse ponto, o paralelo com os membros fantasmas já deve estar claro: tanto o zumbido no ouvido quanto os membros fantasmas estão associados aos danos ou à ausência de estímulos sensoriais normais. O zumbido no ouvido é o equivalente auditivo do membro fantasma - um som fantasma.

Como no caso dos membros fantasmas, a plasticidade cortical mal adaptada parece ser uma das causas do zumbido no ouvido.[20]

A hipótese é de que, se uma parte específica da cóclea for lesionada, a localização correspondente no córtex auditivo será privada da fonte normal de estímulo. Essa área pode então ser “capturada” por regiões vizinhas do córtex auditivo. O som fantasma pode ser gerado pelos neurônios do córtex auditivo (ou outras estações no caminho auditivo) que perdem a fonte original de estímulo e passam a receber impulsos permanentes de neurônios vizinhos. As causas dos membros fantasmas e do zumbido no ouvido, porém, não são compreendidas por completo e é provável que cada um possua mais de uma causa. No entanto, a plasticidade do cérebro que deu errado representa uma contribuição importante para ambas as síndromes.

DEGRADAÇÃO HARMONIOSA *VERSUS* COLAPSO CATASTRÓFICO

A grande maioria (perto de 70 bilhões) dos 90 bilhões de neurônios do cérebro[21] corresponde, na verdade, a neurônios simplórios chamados *células granulares*, localizadas no cerebelo (uma estrutura que, entre outras coisas, contribui para a coordenação motora). Se você tivesse de se separar de alguns bilhões de neurônios, deveria escolher esses. Enquanto seu neurônio cortical recebe em média milhares de sinapses, uma célula granular recebe menos de 10.[22] Mas as células granulares compensam a visão bastante limitada do mundo com sua grande quantidade. Dos restantes 20 bilhões de neurônios, a maioria está localizada no córtex. Esse número não é tão impressionante quanto parece. Hoje, um único chip de computador em geral possui bilhões de transistores; e alguns computadores possuem mais transistores do que a quantidade de neurônios corticais de um cérebro. Não estou querendo dizer que devemos pensar que um transistor seja comparável a um neurônio em termos de computação (mesmo de uma célula granular); mas, em termos de unidades componentes de um computador, uma máquina de mesa padrão em geral supera o número de neurônios de muitos animais, inclusive dos camundongos.

Até os anos 1990, o dogma que imperava era que todos os mamíferos nasciam com seu suprimento máximo de neurônios; novos neurônios não eram gerados após o nascimento. Hoje, sabemos que não é o caso. Alguns neurônios continuam a ser gerados ao longo da vida, sobretudo em áreas restritas do cérebro (o bulbo olfativo e parte do hipocampo).[23] Porém, verdade seja dita, é provável que a contribuição desses neurônios para a contagem total não seja significativa. Se fosse, essas estruturas deveriam crescer ao longo de toda a vida, o que não acontece. Assim, em termos de números absolutos, é uma viagem sem volta, do berço à sepultura. Estima-se que a perda seja de 85 mil neurônios corticais por dia e que o volume total de matéria cinzenta caia, de forma progressiva, cerca de 20% ao longo da vida adulta.[24] O aspecto fantástico a respeito desses fatos é o pouco impacto que eles têm no nosso dia a dia. Apesar da constante remodelagem dos circuitos, da morte das células, do encolhimento do cérebro e das inevitáveis pancadas na cabeça, cada um de nós permanece como sempre foi. Na maior parte, retemos nossas memórias importantes, traços principais de personalidade e habilidades cognitivas. Os cientistas em geral e os cientistas da computação se referem aos sistemas que podem absorver grande quantidade de mudança e danos sem efeitos substanciais no desempenho como os sistemas que exibem uma *degradação harmoniosa*, mas há uma diferença considerável entre a capacidade que os cérebros e os computadores têm de exibir a degradação harmoniosa.

Os computadores dependem da extraordinária confiabilidade dos transistores, de forma que cada um consiga realizar a mesma operação trilhões de vezes sem cometer um único erro e sem quebrar. Entretanto, se alguns transistores encapsulados em um chip de uma CPU moderna quebrarem, dependendo da localização no chip, as consequências não serão nem um pouco harmoniosas. Em nítido contraste, a perda de algumas dezenas de neurônios em seu córtex, independentemente da localização, não terá uma consequência perceptível. Isso ocorre em parte porque os neurônios e as sinapses são dispositivos computacionais muito pouco confiáveis e geram muito ruído. Ao contrário de um transistor,

mesmo em um ambiente de laboratório bem controlado, um neurônio em um vidro pode responder de forma diferente a várias apresentações do mesmo estímulo. Se dois neurônios corticais são interligados por uma sinapse, e uma ação potencial é gerada no neurônio pré-sináptico, o componente pré-sináptico da sinapse liberará neurotransmissores que excitarão o neurônio pós-sináptico. A verdade, porém, é que existe significativa probabilidade de que a sinapse entre eles venha a falhar e faça a mensagem não chegar ao neurônio pós-sináptico. Essa chamada "taxa de insucesso" depende de muitos fatores e, em geral, fica em torno de 15%, podendo chegar a 50%.[25] A falta de confiabilidade dos neurônios corticais não deve ser apresentada sob uma luz muito negativa porque essa variabilidade existe pelo processo evolutivo - a transmissão sináptica em algumas sinapses fora do córtex pode ser muito mais confiável. Alguns neurocientistas acreditam que, como alguém que tente encontrar a próxima peça de um quebra-cabeça por tentativa e erro, a falibilidade das sinapses corticais ajuda a rede de neurônios a explorar soluções diferentes para um problema computacional e a escolher a melhor delas. Além disso, a falta de confiabilidade de neurônios e sinapses individuais pode ser um dos motivos para o cérebro exibir uma degradação harmoniosa, uma vez que garante que nenhum neurônio sozinho seja fundamental.

A degradação harmoniosa do cérebro é muitas vezes vista com certa inveja pelos cientistas da informática. Mas a inveja é um pouco equivocada; em alguns casos, a degradação do cérebro não é nada harmoniosa. É verdade que somente danos maciços ao córtex (ou de áreas fundamentais do tronco encefálico) poderiam produzir um colapso do sistema (coma ou morte), mas as pequenas lesões podem gerar danos impressionantes a habilidades específicas.

Uma das síndromes inacreditáveis que podem surgir quando certas áreas do cérebro são lesadas é a *síndrome da mão alienígena.* É um distúrbio bastante raro, que pode ter várias causas diferentes, inclusive derrames e ferimentos na cabeça. Os pacientes com a síndrome da mão alienígena passam por uma dissociação entre si e um ou mais de seus membros. O membro não fica paralisado ou incapacitado de fazer movimentos que exijam mínima

coordenação motora, mas, na verdade, é como se o membro adquirisse um novo dono - com planos secretos e alterados. Os pacientes com a síndrome da mão alienígena são conhecidos por abotoarem a camisa com a mão que não foi afetada enquanto a mão alienígena a desabotoa, ou de tentar abrir uma gaveta com a mão “boa” e, ao mesmo tempo, fechar com a mão alienígena. A síndrome, em geral, resulta em relatos perplexos e frustrados dos pacientes: “Não sei o que minhas mãos estão fazendo. Não estou mais no controle”; “A mão esquerda quer assumir o controle quando faço algo; ela quer participar”; e como uma paciente com a mão desobediente disse para a enfermeira: “Se eu pudesse descobrir quem está puxando meu cabelo... isso dói.”[26]

Outra síndrome que resulta em colapso catastrófico de uma habilidade específica, em vez de degradação harmoniosa da cognição, é caracterizada pela crença ilusória de que pessoas conhecidas, em geral os pais do paciente, são impostores.[27] Essa condição rara é conhecida como *síndrome de Capgras.* Um indivíduo com Capgras pode reconhecer que sua mãe se parece muito com sua mãe, mas ele insiste que ela é, na verdade, alguém que finge ser sua mãe. Alguns pacientes com Capgras podem até sustentar que a pessoa no espelho seja uma impostora. Em alguns casos, os pacientes atacam o suposto impostor, já que é compreensível que fiquem angustiados para entender por que alguém está se passando por seus familiares, e tentam descobrir onde estão de fato seus entes queridos.[28]

Como é que um órgão tão conhecido por sua resiliência e degradação harmoniosa às vezes sofre danos monumentais como a síndrome da mão alienígena ou a síndrome de Capgras? Um motivo é que muitas das computações realizadas pelo cérebro são modulares por natureza, isto é, partes diferentes do cérebro se especializam na realização de tipos diferentes de computação.

No final dos anos 1700, Franz Joseph Gall, proeminente especialista em neuroanatomia, propôs que o córtex seria modular: uma coleção de diferentes órgãos dedicados a tarefas específicas. Gall também foi o pai da “ciência” da frenologia. Ele argumentou que uma área do córtex era responsável pelo amor, outra pelo orgulho,

outras áreas pela religião, percepção do tempo, sagacidade, e assim por diante, e que seu tamanho era diretamente proporcional à quantidade de determinado traço de personalidade que alguém tivesse. Gall sustentava ainda que era possível dizer o tamanho de cada área cortical com base em saliências do crânio. Juntos, esses pressupostos fantasiosos forneceram um meio conveniente para determinar a verdadeira natureza das pessoas pela palpação de seu crânio. Uma grande protuberância na parte de trás do crânio e você seria um pai amoroso; um inchaço atrás da orelha e você seria reservado e astuto. As pessoas se consultavam com frenologistas para obter insights sobre o perfil psicológico de outros e de si próprios, e para determinar se os casais seriam compatíveis. A falta de qualquer fundamento científico e a subjetividade de confirmar se alguém era reservado ou espirituoso tornou a frenologia um campo bastante lucrativo para impostores e charlatães.[29]

Em um sentido, Gall estava correto: o cérebro é modular. No entanto, cometeu um erro que, muitas vezes, atormenta os cientistas. Ele pressupôs que as categorias que elaboramos para descrever coisas representavam mais do que isso. Embora amor, orgulho, dissimulação e sagacidade sejam traços de personalidade distintos e importantes, não há verdadeira razão para supor que cada um tenha seu pequeno módulo cerebral. Podemos descrever um carro como estiloso, mas ninguém atribui essa qualidade a qualquer componente isolado do carro. Ainda existe a tendência de supor que as categorias usadas para descrever o comportamento humano em termos psicológicos revelem algo sobre a estrutura do cérebro, em especial entre os que acreditam que traços complexos de personalidade como inteligência, “busca de novidade” ou espiritualidade possam ser atribuídos a genes isolados ou localizados em áreas determinadas do cérebro.

Acontece que a divisão de trabalho no cérebro é mais bem compreendida sob a luz da evolução e pela maneira como o cérebro processa informações. Já vimos antes que partes diferentes do cérebro são dedicadas ao processamento de sons e do tato. Embora não exista uma área exclusiva responsável pela linguagem, determinadas áreas específicas atendem a aspectos diferentes da

linguagem, como compreensão e produção da fala. Também é o caso de partes diferentes do sistema visual se dedicarem preferencialmente a reconhecer rostos e lugares. De forma semelhante, existem áreas que desempenham um papel importante na personalidade humana (embora um pouco intangível). Esse fato ficou famoso e foi ilustrado pelo caso de Phineas Gage. Após ter o crânio perfurado por uma haste de metal de 1 metro de comprimento e 3 centímetros de espessura em um acidente, Phineas mudou de personalidade, de uma pessoa com quem você gostaria de sair para uma pessoa rude, não confiável, desrespeitosa, que a maioria das pessoas evitaria encontrar.[30] A lesão de Phineas Gage afetou parte do córtex pré-frontal ventromedial, uma área importante para a inibição de comportamentos sociais inapropriados, entre outras coisas. Outras áreas do córtex pré-frontal estão envolvidas na tomada de decisão, no processo de tomar iniciativas e no controle das emoções.

A estrutura modular do cérebro fundamenta os sintomas de muitas síndro-mes neurológicas, incluindo afasias, perda de controle motor e negligência do corpo, que podem surgir após os derrames. As causas da síndrome Capgras e da mão alienígena são mais misteriosas, mas é provável que sejam atribuíveis à perda de subsistemas especializados do cérebro. A mão alienígena poderia ser consequência da ruptura dos canais de comunicação entre as áreas “executivas” do córtex frontal, responsáveis por decidir o que fazer, e as áreas motoras, responsáveis por de fato executar o trabalho (isto é, traduzir objetivos em movimentos reais da mão).[31] Sugere-se que Capgras seja a consequência de danos nas áreas que ligam o reconhecimento facial à importância emocional. Imagine esbarrar com alguém que pareça idêntico a seu falecido avô. Sua reação pode ser de perplexidade, mas é improvável que venha a abraçá-lo e ter uma reação emocional positiva em relação a essa pessoa. Você reconhece o rosto, mas não o impacto emocional desse rosto. Nos pacientes com Capgras, é aceitável que o reconhecimento do rosto do pai ou da mãe, na ausência de qualquer sentimento de amor ou familiaridade, possa levá-los a concluir que aquele indivíduo seja um impostor.[32]

Assim, os módulos do cérebro não correspondem a traços específicos bem definidos, como inteligência, espiritualidade, coragem ou criatividade. Muitos traços de personalidade e decisões são fenômenos complexos multidimensionais que exigem o esforço de integração de muitas áreas diferentes, cada uma podendo desempenhar um papel importante, mas evasivo. Não devemos pensar na estrutura modular do cérebro como se parecesse uma especialização única e intransferível, como as partes de um carro, mas mais parecida com os membros de um time de futebol que têm papéis específicos para cumprir; o desempenho de cada jogador depende, em grande parte, do desempenho dos outros jogadores e, se um membro do time for perdido, os outros podem assumir o lugar com graus diferentes de eficácia.

A notável capacidade do cérebro de aprender, se adaptar e reorganizar tem um efeito colateral: em resposta a traumas, a plasticidade neural pode ser responsável por distúrbios como membros fantasmas e zumbido no ouvido.[33] Não é tão surpreendente que os bugs cerebrais venham à tona em resposta a traumas porque é provável que nosso sistema operacional neural nunca tenha sido testado ou "depurado" sob essas condições. A plasticidade cortical evoluiu, sobretudo, como um mecanismo poderoso que permitiu ao cérebro se adaptar (e se moldar) ao mundo à sua volta, e não como um mecanismo para lidar com traumas ou lesões. No mundo bastante violento, em que o mais forte sobrevive, qualquer lesão grave quase garantia que o indivíduo não participaria mais da diversidade genética da espécie. Assim, jamais seria colocada pressão seletiva relativamente pequena na remoção de falhas que surgem da interação entre a plasticidade cerebral e traumas graves ao corpo ou ao cérebro.

A cabine do piloto de um avião tem indicadores e medidores sobre a posição dos *flaps* e do trem de pouso, temperatura do motor, nível de combustível, integridade estrutural, e assim por diante. Graças a esses sensores, o principal computador da cabine de comando "sabe" a posição do trem de pouso, mas não *sente* o trem de pouso. O corpo humano possui sensores distribuídos por

ele todo que fornecem informações para o cérebro em relação à posição dos membros, temperatura externa, níveis de combustível, integridade estrutural, e assim por diante. O que pode ser considerado excepcional sobre o cérebro como dispositivo computacional é o fato de que a evolução não apenas garantiu que ele tivesse acesso às informações de nossos dispositivos periféricos como também nos deu a consciência desses dispositivos. Quando você fica acordado no escuro, o cérebro não se limita a relatar verbalmente a posição do braço esquerdo; ele gera uma sensação de propriedade no mundo exterior ao crânio pela projeção da impressão de sentir o braço. Uma falha nessa farsa sofisticada é que, sob certas circunstâncias (em função do próprio mecanismo de plasticidade do cérebro dar errado), o cérebro pode acabar projetando a sensação de um braço em pontos do espaço onde o braço não existe mais. Esse pode ser apenas o preço a ser pago pela consciência do corpo - uma das ilusões mais úteis e extraordinárias que o cérebro nos confere.

---

1 *Nota do Tradutor*: O *speed dating* surgiu no final do século XX, mais precisamente em 1998, nos Estados Unidos. Seus criadores foram o Rabino Yaacov Deyo e sua esposa, Sue, baseados na tradição judaica de ajudar jovens judeus solteiros a encontrarem o amor de sua vida. A prática deixou de ser exclusivamente voltada para o público judeu, foi ganhando espaço e tornou-se popular principalmente nos Estados Unidos, Europa, China e Austrália. Transformou-se em uma forma de ajuda para promover relacionamentos entre pessoas diferentes de forma divertida e eficiente. Surgiram grandes empresas no ramo que se especializaram nesse tipo de evento. No Brasil, o *speed dating* não existia até a chegada da Speed Dating Brasil.

2 *Nota do Tradutor*: Uma máquina de Rube Goldberg realiza uma tarefa simples de forma bastante complicada, em geral, utilizando uma reação em cadeia.

Distorções no tempo

O tempo é uma ilusão, a hora do almoço, mais ainda.
Douglas Adams

Decidi que o jogo “vinte e um” seria o desafio ideal na minha primeira viagem a Las Vegas. Com certeza, até eu conseguiria entender os fundamentos de um jogo que consiste em receber uma carta de cada vez, na esperança de que elas se acumulem até somarem 21. Após receber as primeiras duas cartas, meu dever era decidir se deveria “manter” (não pegar mais cartas) ou “bater” (solicitar mais uma) e arriscar “estourar” (exceder 21). Meu adversário era a banca, e me garantiram que sua estratégia era rígida: ela continuaria a virar cartas até a soma chegar a 17 ou mais (nesse caso, pararia). Em outras palavras, quem dava as cartas jogava como um robô que obedece a um programa simples: não há qualquer livre-arbítrio de sua parte. Para evitar ter de decorar, de fato, as estratégias ideais, decidi jogar também como um robô e utilizar as mesmas regras que a banca. Fui ingênuo em acreditar que, se adotasse a mesma estratégia, teria 50% de chance de ganhar.

É claro que não era verdade. Como todo mundo sabe, a casa sempre leva vantagem, mas onde ela estaria? Por sorte, Las Vegas é uma cidade em que as pessoas ficam ansiosas para dar conselhos sobre como jogar; assim, fiquei pedindo conselho a todos

que encontrava. O motorista de táxi me garantiu que a banca tinha vantagem porque conseguia ver suas cartas, mas você não conseguia ver as dela. Um *dealer* (pessoa que distribui as cartas em mesas de jogo) que estava de folga me informou que era pelo fato de eu precisar decidir se pegaria outra carta antes do *dealer.* Mas a estratégia de parar nos 17 não exigia olhar para nenhuma carta, a não ser para as suas próprias; logo, era irrelevante saber quem via a carta de quem ou quem as via primeiro. Novas investigações me trouxeram mais respostas fascinantes, embora incorretas.

Quando pedi uma terceira carta e fiz mais do que 21, no ato, a banca tornou bastante claro que a mão tinha terminado para mim, pegou minhas cartas e fichas, e passou a jogar com os outros jogadores da mesa. Quando ninguém mais queria outra carta, a banca mostrou seu jogo e o total de pontos. Naquele momento, percebi que ela havia ultrapassado 21. Como eu também tinha "estourado", na verdade havia empatado com a banca. Se ambos tivéssemos acabado com um total de 18, seria de fato um empate, e eu teria as fichas de volta. A vantagem do cassino é a de que o cliente é quem perde o empate quando ambos têm a mão que totaliza mais do que 21.[1] Mas por que eu (ou os outros com quem falei) não consegui enxergar esse fato com facilidade?

O motivo é que a vantagem do cassino estava cuidadosamente escondida em um lugar (ou melhor, em um tempo) que não pensamos em olhar: no futuro. Observe que a banca retirou minhas cartas logo após eu "estourar". Nesse ponto, meu cérebro disse *fim de jogo.* Na verdade, eu poderia ter deixado a mesa nesse ponto sem jamais me preocupar em descobrir se a banca também tinha estourado. Uma das regras de ouro gravadas em nosso cérebro é o fato de a causa vir antes do efeito. Assim, meu cérebro não se preocupou em buscar a causa de minha perda (a vantagem da casa) nos eventos que ocorreram após eu ter parado de jogar. Pela hábil exploração de um ponto cego mental sobre causa e efeito, os cassinos escondem sua vantagem e perpetuam a ilusão de igualdade.

CEGUEIRA PELA DEMORA

Não é preciso aprender que a causa precede o efeito; isso está incorporado ao cérebro. Se um rato fortuitamente pressiona uma alavanca e a comida cai do céu, é natural que ele passe a repetir os movimentos que fez antes de o milagroso evento ocorrer (não os que vieram depois). Duas formas de aprendizagem mais elementares e onipresentes, o *condicionamento clássico* e o *condicionamento operante*, permitem que os animais captem a essência da causa e efeito. O fisiólogo russo Ivan Pavlov foi o primeiro a estudar cuidadosamente o condicionamento clássico em seus experimentos. Ele demonstrou que os cachorros começam a salivar em resposta a um sino (o *estímulo condicionado*), se no passado o tocar do sino sempre precedia a chegada de carne moída (o *estímulo não condicionado*). Do ponto de vista do cachorro, o condicionamento clássico pode ser considerado um detector simples de causa e efeito - embora, na prática, seja irrelevante se o sino de fato *causa* a aparição da carne, no que diz respeito ao cão; o importante é que ele preveja a hora do lanche.

Os cachorros estão longe de ser os únicos animais que aprendem a salivar em resposta a estímulos condicionados. Aprendi isso da pior maneira. Todo dia (por algumas semanas), uma colega de escritório na Universidade da Califórnia, em San Francisco, dividia comigo um comprimido de vitamina C mastigável (próprio para induzir a salivação devido à acidez) - por gentileza ou em nome da ciência? O frasco fazia um som característico toda vez que ela o retirava da gaveta. Após algumas semanas, notei que, às vezes, do nada, minha boca se enchia de saliva. Antes de procurar um médico, com o sintoma recém-descoberto, percebi que essa colega algumas vezes pegava uma dose sem me dar um. Sem qualquer consciência, meu cérebro processava o estímulo condicionado (o barulho do frasco) e gerava a *resposta não condicionada* (a salivação).

Por outro lado, quando Pavlov e outros pesquisadores forneciam o som do sino logo *após* dar a carne aos cachorros, eles não salivavam em resposta ao som.[2] Por que deveriam? Afinal, nesse

caso, a carne estaria sendo “a causa” de o sino tocar. Há poucos motivos para salivar em resposta a um sino, em especial se você estiver devorando sua comida.

Como na maioria dos casos de condicionamento clássico, o intervalo entre os estímulos condicionado e não condicionado é curto - alguns segundos ou menos. Os circuitos neurais responsáveis pelo condicionamento clássico não apenas levantam “hipóteses” sobre a ordem dos estímulos como também sobre o intervalo de tempo apropriado entre eles. Na natureza, quando um evento causa outro (ou está correlacionado com ele), o tempo entre eles é, em geral, curto. Assim, a evolução programou o sistema nervoso de maneira que o condicionamento clássico exigisse uma proximidade no tempo entre o estímulo condicionado e o não condicionado. Se Pavlov tivesse soado o sino uma hora antes de trazer a carne, o cachorro nunca teria aprendido a associar o sino à carne, embora a capacidade de o sino anunciar a vinda da carne tivesse sido exatamente a mesma.

A importância do intervalo de demora entre os estímulos foi cuidadosamente estudada com o uso de outro exemplo de condicionamento clássico, chamado *condicionamento do piscar de olhos*.[3] Nos humanos, essa forma de aprendizado associativo, em geral, implica assistir a um filme mudo e, ao mesmo tempo, usar “óculos” especialmente adaptados que sopram uma lufada de ar no olho, causando o ato reflexo de as pessoas piscarem (esse método é um aprimoramento significativo do anterior, no qual o piscar era obtido pelo ato de se bater no rosto dos voluntários). Se um som audível for apresentado antes de cada lufada de ar, as pessoas começam, sem terem consciência, a piscar em resposta ao som antes de o jato de ar ser lançado.[4] Se o início do som precede o jato de ar em meio segundo, dá-se um grande aprendizado. Entretanto, se o intervalo de tempo entre a “causa” e o “efeito” for superior a poucos segundos, ocorre pouco ou nenhum condicionamento clássico. O intervalo máximo entre os estímulos condicionado e não condicionado que ainda pode resultar em aprendizado depende muito do tipo de animal e do estímulo envolvidos, mas, se a demora for longa o suficiente, o aprendizado nunca ocorre.

A dificuldade dos animais em detectar o relacionamento entre eventos separados por intervalos mais longos também fica evidente no *condicionamento operante,* em que os animais aprendem a realizar uma ação para receber uma recompensa. Em um típico experimento de condicionamento operante, os ratos aprendem a pressionar uma alavanca para receber uma bolinha de comida. De novo, nesse caso, a demora entre a ação (causa) e a recompensa (efeito) é fundamental. Se o alimento for entregue logo após o rato apertar a alavanca, ele aprende com facilidade. Porém, se a demora for de 5 minutos, o rato não aprenderá a relação de causa e efeito.[5] Em ambos os casos, os fatos permanecem os mesmos: apertar a alavanca resulta na entrega da comida. No entanto, por causa da demora, os animais não conseguem estabelecer a relação.

Essa "cegueira pela demora" não está limitada a formas simples de aprendizagem associativa, como as dos condicionamentos clássico e operante. Essa é uma propriedade geral do sistema nervoso que se aplica a muitas formas de aprendizado. Se uma lâmpada acende e apaga toda vez que apertamos um botão, não temos problemas para estabelecer a relação causal entre a ação e o efeito. Se, porém, a demora for de meros 5 segundos - talvez uma lâmpada fluorescente mais lenta -, a relação fica um pouco mais difícil de ser detectada, sobretudo se, por impaciência, apertarmos o botão várias vezes.

Em um hotel na Itália, fiquei me perguntando qual seria o propósito de uma pequena corda no chuveiro. Após puxá-la algumas vezes sem produzir qualquer efeito que pudesse notar, presumi que ela não tinha função ou estava quebrada. Depois de 30 segundos, o telefone tocou. Foi quando percebi que a corda misteriosa era uma campainha de emergência para o caso de uma queda no chuveiro. Mas se a demora entre puxar a corda e receber a ligação tivesse sido de 5 minutos, é provável que eu nem me lembrasse mais de que tinha mexido na corda, e muito menos faria a relação entre puxar a corda e o telefone tocar.

As demoras entre causa e efeito que o cérebro capta não são absolutas, mas dependem da natureza do problema em questão. Esperamos intervalos curtos entre vermos algo cair e ouvirmos o

barulho, e intervalos mais longos entre tomarmos uma aspirina e a dor de cabeça melhorar. Mas no final das contas, é bem mais difícil detectar relações entre eventos separados por horas, dias ou anos. Se tomo um remédio pela primeira vez e, 15 minutos depois, tenho uma convulsão, não terei qualquer problema em suspeitar que aquele remédio foi a causa. Se, por outro lado, a convulsão ocorrer um mês depois, a probabilidade de eu estabelecer essa conexão será muito menor. Pense no caso de que o intervalo entre fumar cigarros e ter câncer de pulmão pode chegar a décadas. Se os cigarros causassem câncer de pulmão em uma semana após a primeira tragada, a indústria do tabaco nunca teria conseguido se desenvolver em um negócio global gigantesco que movimenta alguns trilhões de dólares.

Por que é mais difícil detectar a relação entre eventos separados por dias ou meses? É claro, como regra geral, que quanto maior for o intervalo entre dois eventos, mais complicada e menos direta será a natureza da relação. Além disso, nosso hardware neural não foi concebido para captar a relação entre dois eventos quando há um longo intervalo entre eles. As formas primordiais de aprendizagem associativa (condicionamento clássico e operante) são, em geral, inúteis em escalas de tempo de horas;[6] muito menos em dias, meses ou anos. Aprender a relação entre plantar sementes e realizar uma colheita de milho ou entre fazer sexo e ficar grávida exige a conexão de pontos separados por muitos meses. Essas formas de aprendizado exigem habilidades cognitivas que superam em muito as de todos os animais, exceto as dos seres humanos. No entanto, mesmo para nós, a compreensão da relação entre eventos separados pelo tempo é um desafio. Por isso, muitas vezes falhamos em equilibrar as consequências de curto e longo prazos de nossas ações de maneira apropriada.

DESCONTANDO O TEMPO

Se você recebesse duas opções - $100 agora ou $120 daqui a um mês -, qual delas escolheria?

O acréscimo de $20 pela espera de um mês é um rendimento muito bom. Assim, o economista médio argumentaria que a decisão racional seria pegar $120 daqui a um mês. Mesmo assim, muitas pessoas escolheriam os $100 imediatos.[7] Essa tendência à gratificação imediata é chamada de *desconto do tempo*: o valor percebido de uma possível recompensa diminui com o tempo. Como consequência, as decisões que exigem a comparação entre cenários imediatos e futuros são, de fato, frequentemente irracionais. Ainda que esse exemplo possa ser bastante artificial, várias vezes tomamos decisões na vida real que exigem avaliar escolhas entre curto e longo prazo. Devo comprar essa televisão nova hoje e pagar juros pelos próximos seis meses ou esperar até que tenha todo o dinheiro em mãos? Devo comprar o carro mais barato a gasolina ou esse híbrido mais caro que, em longo prazo, será melhor para o meio ambiente e me permitirá economizar dinheiro com combustível?

Para nossos ancestrais, a vida era uma jornada mais curta e muito menos previsível. Os desafios imediatos para obter alimentos e sobreviver tinham prioridade sobre pensamentos referentes ao que viria nos meses ou anos seguintes. Se você tivesse motivo para acreditar que poderia não estar vivo daqui a um mês ou que a pessoa que fez a oferta anterior não fosse confiável, a decisão racional seria pegar o dinheiro rápido. De forma semelhante, se você estiver quebrado e seu filho estiver com fome hoje, seria estupidez esperar um mês por mais $20. Minha disposição de aceitar uma recompensa maior no futuro depende não apenas da crença de que ainda estarei vivo, mas na de que quem fez a oferta possa, de alguma forma, garantir que de fato receberei a quantia maior no futuro. É pouco provável que essas condições tenham sido observadas durante a maior parte da evolução humana.

Considerando que nosso hardware neural foi, em grande parte, herdado de nossos ancestrais mamíferos, vale a pena perguntar como os outros animais se comportam diante de opções que abranjam pontos diferentes no tempo. A resposta é: com pouca sabedoria. Alguns saguis e micos foram treinados para fazer uma escolha entre receber duas bolinhas de comida de imediato ou seis

bolinhas de comida em algum momento no futuro. Quanto tempo os macacos se dispõem a esperar pela cota extra de comida? Os macacos fazem um treinamento de cinco anos para controlar o impulso e esperar alguns minutos por mais um marshmallow parecer com o de um monge budista. Os micos esperaram somente 8 segundos, em média. Em outras palavras, se a demora fosse de 10 segundos, eles normalmente optariam pelo lanche pequeno, porém rápido; mas, se a demora fosse de 6 segundos, eles, em geral, aguentariam esperar. Os saguis foram um pouco mais pacientes e esperaram, em média, 14 segundos pela comida extra.[8] A mera noção de estudar decisões de curto e longo prazos em animais pode nem mesmo fazer muito sentido. Há poucas evidências de que outras espécies consigam conceituar o tempo ou pensar sobre o futuro. Sem dúvida, alguns animais guardam comida para consumir no futuro, mas esses comportamentos parecem ser inatos, inflexíveis e desprovidos de compreensão. Nas palavras do psicólogo Daniel Gilbert: “O esquilo que guarda uma noz em meu quintal ‘conhece’ o futuro quase da mesma forma que uma pedra que cai ‘conhece’ a lei da gravidade.”[9]

É possível que optemos pelos $100 dólares agora em vez de $120 daqui a um mês, não porque estejamos irremediavelmente seduzidos pela gratificação imediata, mas apenas porque não gostamos de esperar. Esse ponto sutil, mas importante, pode ser compreendido ao considerarmos a seguinte escolha: $100 em 12 meses ou $120 em 13 meses. Qual você escolheria? Da mesma forma que no exemplo anterior, você ganharia mais $20 se esperasse um mês. Seguindo a lógica, poderíamos esperar que as pessoas que optaram pelos $100 no primeiro caso escolheriam de novo os $100 no segundo cenário. No entanto, no segundo cenário, a maioria das pessoas espera agora mais um mês para receber os $20 adicionais. Pelo fato de a recompensa mais rápida não ser mais imediata, as pessoas mudam para uma estratégia mais racional e paciente. Assim, favorecemos a opção imediata não por sermos contrários à espera de um mês, mas porque queremos o dinheiro agora! Apenas a empolgação inerente de saber que receberemos

$100 agora é maior do que sabermos que receberemos a mesma quantia em vários meses.

Essa percepção é apoiada por estudos de imagens do cérebro, nos quais os pesquisados recebem opções entre algum dinheiro agora e mais dinheiro depois. Alguns pesquisados são impulsivos e preferem $20 dólares hoje a $50 em 21 dias; outros são pacientes e escolhem esperar 21 dias para receber $22 em vez de receber $20 agora. Independentemente do fato de os indivíduos serem impulsivos ou pacientes, partes do cérebro, incluindo as áreas *límbicas* mais antigas na evolução, envolvidas no processamento de emoções, são muito mais ativadas pelas recompensas imediatas. Em contrapartida, em outras áreas do cérebro - incluindo um recém-chegado na evolução, o córtex pré-frontal lateral —, a atividade reflete melhor o valor verdadeiro de uma possível recompensa, independentemente de quando seja oferecida.[10]

Pelo fato de o cérebro ser programado para preferir a gratificação imediata, nosso bem-estar em longo prazo às vezes sofre. Muitas pessoas não conseguem deixar de se render ao prazer de comprar itens não essenciais, mesmo sob pena de precisar pagar taxas de juros para uma empresa de cartão de crédito. Quanto mais longe estiverem as consequências de nossas ações, mais difícil fica equilibrar com precisão a escolha entre resultados de curto e longo prazo. As decisões financeiras dos indivíduos, assim como as políticas econômicas das nações, são em geral vítimas de uma avaliação distorcida das vantagens de curto prazo *versus* os custos em longo prazo. Nos Estados Unidos, as lojas Payday Loan representam hoje um negócio de muitos bilhões de dólares. Trata-se de empresas que fornecem empréstimos de curto prazo, condicionados à comprovação de emprego e à entrega de um cheque pré-datado no valor do empréstimo mais encargos financeiros. Os "encargos financeiros" correspondem em geral a 15% do valor do empréstimo para um período de duas semanas, o que totaliza uma taxa anual de 390% - taxa considerada criminosa e, portanto, ilegal em alguns países.[11] As lojas Payday podem fornecer um serviço legítimo para pessoas diante de dificuldade financeira repentina e que não tenham cartão de crédito ou outros

meios para obter um empréstimo. No entanto, alguns estudos mostram que muitos devedores pegam vários empréstimos; outros entram em um ciclo vicioso de dívidas.[12] Não há dúvida de que esses credores estejam tirando vantagem de alguns bugs cerebrais, como a dificuldade de avaliar o preço a ser pago em longo prazo pelo acesso imediato ao dinheiro.

Além da influência inerente da gratificação imediata, outro impedimento para se tomar decisões racionais em longo prazo é que elas dependem de como o cérebro percebe e mede o tempo. *Sabemos* que dois meses correspondem a um tempo duas vezes maior do que um mês, mas *sentimos* como se fosse duas vezes mais longo?

As decisões que envolvem diferentes períodos se baseiam, em parte, na representação numérica dos intervalos de tempo. Mas nossa intuição sobre números não é tão precisa como supomos. A diferença entre $2 e $3, de alguma forma, parece ser maior do que a diferença entre $42 e $43. O cérebro parece estar inerentemente interessado nas diferenças relativas e não nas absolutas. Se as crianças recebem um pedaço de papel impresso, com um 0 na extrema esquerda e um 100 na direita, e se for pedido que preencham esse contínuo com vários números, na maioria das vezes elas colocam o número 10 perto do ponto de 30%. Quando as posições estabelecidas por elas na linha são comparadas com os números reais, não se obtém uma linha reta, mas uma curva em desaceleração (que se encaixa bem em uma função logarítmica). Em outras palavras, havia muito espaço para os números pequenos, enquanto os grandes se aglomeravam à direita. Com certeza, os adultos mapeiam os números de forma linear, como resultado de sua educação matemática. Entretanto, adultos de tribos indígenas da Amazônia que não receberam educação formal posicionam os números de forma não linear, assim como as crianças.[13]

Com relação a tempo, os adultos instruídos se comportam como as crianças e os nativos da Amazônia. Um estudo pediu que estudantes universitários representassem períodos futuros de 3 a 36 meses pelo comprimento de linhas que desenhavam em uma tela de computador. A relação entre o comprimento e o número de

meses não era linear e, de novo, seguiu uma função logarítmica. Em média, a diferença no comprimento das linhas que representavam 3 e 6 meses era maior do que o dobro da diferença entre as linhas que representavam 33 e 36 meses.[14] Assim, talvez não seja surpresa que a diferença entre hoje e daqui a um mês pareça ser maior do que a diferença entre 12 e 13 meses. A representação de longos períodos parece se basear na tendência aparentemente inata de representarmos quantidades de modo não linear (um assunto ao qual retornaremos no Capítulo 6), o que pode contribuir para o desconto no tempo e para a tomada de decisão ruim em longo prazo.

SUBJETIVIDADE DO TEMPO

Nossa intuição sobre o tempo é bastante suspeita. Sabemos que as Olimpíadas de Verão ocorrem a cada quatro anos ou que uma criança alcança a puberdade em torno dos 12 anos, mas essas são formas de conhecimento factuais ou declarativas, como estabelecer que ~~Plutão~~ Netuno é o último planeta do sistema solar. Não sabemos de fato qual seja a *sensação* de 4 ou 12 anos, da mesma forma que sabemos qual a sensação de *quente*. Quando foi que viu sua velha amiga Maria? Pode parecer um tempo longo, mas seria mais diferente após 6 meses do que após 9 meses? Bem antes de Einstein estabelecer a teoria da relatividade especial, sabia-se que o tempo, ou pelo menos nossa percepção dele, era de fato relativo e sujeito a distorções.

Em geral, quando falamos sobre nossa sensação do tempo, estamos nos referindo à nossa percepção de eventos da ordem de segundos a horas. Quando o sinal de trânsito vai mudar para vermelho? Quanto tempo fiquei esperando nessa fila? Quanto tempo ainda vai durar esse filme que não acaba nunca? Embora a maioria das pessoas não passe muito tempo pensando sobre o tipo de relógio que possuem na cabeça, elas estão cientes de que ele não foi fabricado pelos suíços. Referimo-nos aos aforismos “uma panela observada nunca ferve” e “o tempo voa quando nos divertimos” porque já experimentamos o fato de que o tempo de fato

parece se dilatar quando queremos que passe logo e voar quando desejamos que não acabe nunca. Nossa sensação subjetiva do tempo é volúvel e tem uma relação aberta com o tempo objetivo do relógio. O grau até onde isso é verdadeiro chega a ser surpreendente. Em um estudo, os participantes assistiram a um filme de 30 segundos sobre um falso assalto a banco. Passados dois dias, pediu-se que estimassem quanto tempo o roubo tinha durado (como poderia acontecer durante o depoimento de uma testemunha ocular). A resposta média foi 147 segundos; somente 2 dos 66 pesquisados estimaram 30 segundos ou menos. Quando foi pedido que estimassem a duração logo após assistirem ao filme, as estimativas foram melhores, mas, em média, ainda estavam acima de 60 segundos (erro de 100%).[15]

A direção e a magnitude dos erros na estimativa do tempo dependem de muitos fatores: atenção, entusiasmo e medo. Um experimento simples, porém clássico, que demonstra a importância da atenção pedia para os pesquisados organizarem um baralho em uma única pilha, duas pilhas de acordo com a cor ou quatro pilhas de acordo com o naipe - a ideia era a de que cada uma das tarefas requeresse uma quantidade crescente de atenção para ser realizada. Em todos os casos, os pesquisados realizaram a tarefa por 42 segundos antes de serem interrompidos e solicitados a estimar quanto tempo achavam que estavam levando para executar a tarefa. O tempo médio estimado foi 52, 42 e 32 segundos, respectivamente, para os grupos com uma, duas e quatro pilhas.[16] Quanto mais as pessoas precisam prestar atenção no que estão fazendo, mais o tempo parece voar.

Outro fator importante na percepção do tempo é o caso de o estarmos estimando durante (prospectivamente) ou depois (retrospectivamente) do fato. Em outras palavras, seu passeio turístico por Paris parecia ter voado naquele momento, mas, no dia seguinte, você pode se lembrar dele como um dia longo e cheio de eventos. É como se, em retrospectiva, não estivéssemos de fato nos lembrando de quanto tempo achamos que havia passado, mas estimando com base em quantos eventos memoráveis foram armazenados. De fato, em muitos casos, a memória e a percepção

do tempo decorrido estão entrelaçadas. Um estudo realizado por Gal Zauberman e colegas, na Universidade da Pensilvânia, pediu para os estudantes estimarem quanto tempo se passou desde a ocorrência de eventos específicos. Por exemplo, há quanto tempo ocorreu o trágico tiroteio que matou 32 alunos da Virginia Tech? A primeira constatação do estudo foi a de que os alunos subestimaram em três meses eventos que, em média, tinham ocorrido há 22 meses. Além disso, houve um efeito de "marcadores de memória": os alunos imaginaram que os eventos que vieram mais vezes à mente nesse período tivessem acontecido há mais tempo.[17] Se você tivesse ido a um casamento e a um funeral cerca de dois anos atrás, e desde aquela época tivesse encontrado pessoas que estiveram no casamento e tivesse ouvido falar sobre a fantástica lua de mel dos recém-casados e o chocante divórcio, é provável que viesse a acreditar que o casamento tinha ocorrido há muito mais tempo do que o funeral.

O grau pelo qual a memória e a percepção da passagem do tempo estão ligadas fica muito claro no caso de alguns pacientes com amnésia. Clive Wearing é um cidadão inglês com grave amnésia anterógrada (as lembranças antigas estão intactas, mas ele é incapaz de formar novas lembranças de longa duração). Em seu caso, a amnésia foi causada por uma situação rara, em que o vírus do herpes, que em geral resulta em feridas, gerou encefalite. Em muitas manhãs, em determinado momento, Clive olha para o relógio e escreve em seu diário: "9 horas, estou acordado." Às 9h30, ele pode riscar aquela linha e escrever: "Agora estou acordado." À medida que o dia avança, ele é pego nesse ciclo pessoal sem fim: risca as horas anteriores e adiciona a nova. Parece que, na ausência de qualquer traço de memória sobre o que aconteceu há meros minutos, a única hipótese plausível que o cérebro consegue conceber é que ele acabou de acordar. Ele não parece perceber a passagem do tempo; fica congelado no presente. Nossa noção de tempo está entrelaçada com a memória porque ela precisa de um ponto de referência, e, sem a capacidade de lembrar a localização do ponto de referência na linha do tempo, nossa noção de tempo fica permanentemente prejudicada.[18]

ILUSÕES DE TEMPO

Na escala muito mais curta de centésimos de segundo (dezenas de milissegundos) até alguns segundos, o cérebro precisa efetivamente manter o controle do tempo para entender a fala, apreciar música ou realizar os movimentos muito coordenados, necessários para pegar uma bola ou tocar um violino. Embora o tempo nessa escala seja, em geral, automático, ele é fundamental para nossa capacidade de nos comunicarmos e interagir com o mundo. Por exemplo, na fala, o intervalo entre diferentes elementos de som é fundamental para a discriminação das sílabas, como em “ba” e “pa”:[19] se colocar a mão nas cordas vocais, poderá perceber que, quando diz “ba”, seus lábios se separam quase ao mesmo tempo em que as cordas começam a vibrar; mas quando você diz “pa”, existe um intervalo entre esses eventos. Além disso, a pausa entre palavras também é fundamental para determinar o sentido e a prosódia do discurso. Por exemplo, ao ler em voz alta frases como “Não, espere”, em oposição a “Não espere”, a pausa depois da vírgula contribui para determinar o sentido de cada frase.[20] De forma semelhante, a pausa entre palavras pode tirar a ambiguidade da letra da música de Jimi Hendrix, *“excuse me while Ikiss thisguy” e “excuse me while Ikiss the sky’.*[1] A extraordinária capacidade do cérebro de analisar com precisão as características do som no tempo é talvez mais bem ilustrada pelo fato de que conseguimos nos comunicar na ausência de qualquer informação de som; os que são fluentes em código Morse conseguem se comunicar com cerca de 30 palavras por minuto, baseando-se apenas nas pausas e durações de um único som.

Apesar da importância universal de determinar com precisão os eventos no período de um segundo ou menos, nossa percepção dos eventos nessa faixa está sujeita a inúmeras ilusões e distorções.[21] Um exemplo é a ilusão do *relógio parado.* Se você tem um relógio com ponteiro de segundos (um que “salta” a cada segundo, e não com um movimento suave e contínuo), há ocasiões em que pode ter olhado para o ponteiro de segundos e, por um breve instante, ter pensado: “Droga, o relógio parou!”; mas, no momento em que

termina esse pensamento, você percebe que está enganado. No instante em que olhamos para o ponteiro de segundos, ele parece ficar parado por mais tempo do que esperamos que dure um segundo; é como se o tempo se dilatasse ou permanecesse parado por um momento e, por esse motivo, é muitas vezes chamado de *chronostasis*. A ilusão está relacionada com mudanças na atenção, movimento e nossas expectativas internas. Além disso, as características físicas do objeto para o qual estamos olhando influenciam nossas estimativas de duração. Em geral, quanto mais as características físicas de um objeto envolvem nossa atenção, mais tempo parece passar. Por exemplo, quando se pede que as pessoas julguem a duração do tempo em que imagens de rostos são mostradas em uma tela de computador, elas consideram que os rostos de pessoas zangadas ficam mais tempo expostas do que as imagens de pessoas sorridentes.[22]

Nessa escala curta, em torno de um segundo, o cérebro toma muitas liberdades com o tempo - não apenas distorcendo-o, como apagando e inserindo eventos na linha de tempo, assim como rearranjando a ordem em que os eventos de fato ocorreram. Todos sabemos que o raio e o trovão são produzidos ao mesmo tempo, mas, por sorte, vemos o raio bem antes de ouvirmos o trovão. O fato de a velocidade da luz ser quase um milhão de vezes mais rápida do que a do som gera não apenas atrasos significativos para eventos a quilômetros de distância como para eventos no nosso dia a dia. Se estiver em um show e vir um músico bater os pratos, você tem a experiência de vê-los bater ao mesmo tempo em que os ouve? Sim, mesmo quando estiver nos assentos baratos a 100 metros de distância. Nessa distância, o atraso entre a chegada dos fótons e a vibração do ar a partir dos pratos é em torno de 300 milissegundos (que não é uma quantidade de tempo insignificante - suficiente para um velocista dar a partida e correr). No entanto, o cérebro toma a liberdade de “ajustar” nossa percepção da simultaneidade.

A todo momento, recebemos informações sensoriais de nossos olhos, ouvidos e corpo. Mas somente uma pequena parte desses estímulos chega à consciência, e as que conseguem são muito

processadas. Algumas coisas são editadas; outras, retocadas ou reconstruídas por completo - o que percebemos em nível consciente é, em essência, um pacote do departamento de marketing. Considere os estudos que pedem aos pesquisados para julgar se ouviram um elevado ruído antes ou depois de verem um breve feixe de luz. O som era sempre emitido por fones de ouvido (portanto, não havia atraso auditivo). A fonte de luz foi colocada a diversas distâncias dos participantes. Nas pequenas distâncias, quando a ocorrência do som era de 50 milissegundos após a luz, os pesquisados deram a resposta certa: a luz chegou primeiro. Porém, quando a luz foi colocada a 50 metros de distância (o que resultaria em mudança insignificante na quantidade de tempo que levaria para a luz alcançar a retina), os pesquisados relataram que o som chegou primeiro, embora ele ainda tivesse se seguido à luz em 50 milissegundos. Em outras palavras, o cérebro parece ter sido ajustado para o fato de que sons produzidos por eventos distantes apresentam atraso, criando a ilusão de que o som precedeu a luz.[23] Para alcançar uma percepção coerente com a experiência vivida no passado, o cérebro "falsifica" o tempo relativo de chegada dos estímulos visual e auditivo; ele edita a linha de tempo da percepção, cortando a chegada do som e colocando-a antes da luz.[24]

Graças a essa edição, temos um retrato consistente dos eventos do mundo. Os sons e as imagens são manipulados para ligar os eventos que de fato estejam relacionados, apesar do fato de chegarem ao nosso cérebro em momentos diferentes. Chegando ou não ao mesmo tempo, nosso cérebro faz o melhor que pode para dar a ilusão de que a visão dos pratos batendo seja registrada ao mesmo tempo em que o som produzido por eles. Os movimentos dos lábios e o som da voz de uma atriz em um filme são alinhados de forma provisória para criar uma percepção coerente de visão e som - o cérebro só nos alerta para as flagrantes violações dos registros de som e imagem, como os que podem ocorrer ao assistirmos a um filme mal dublado.

Porém, existem situações em que nossa incapacidade de detectar a ordem dos eventos de maneira correta pode gerar trágicas consequências e afetar a vida de milhões de pessoas.

Estou me referindo, claro, às decisões tomadas pelos juízes. Muitos esportes exigem juízes para julgarem a ordem ou simultaneidade de dois eventos. No basquete, o juiz deve decidir se um jogador lançou a bola em direção à cesta antes ou depois do apito final; no primeiro caso, os pontos são considerados, mas, no segundo caso, são invalidados. Porém, com certeza é nos jogos da Copa do Mundo que esse bug cerebral tem causado mais estragos. Muitas partidas de futebol e, portanto, o destino de nações, têm sido decididas por gols reconhecidos ou anulados por juízes que não conseguem marcar com precisão o impedimento. Para aplicar essa regra, o juiz precisa determinar se o atacante está à frente do último zagueiro no momento em que o passe é dado. Em outras palavras: julgar a posição relativa de dois jogadores em movimento no momento em que a bola é lançada. Observe que, na maior parte do tempo, esses eventos ocorrem em pontos distantes no campo e, assim, exigem que o bandeirinha mude a direção do olhar para marcar o lance. Os estudos sugerem que mais de 25% dos impedimentos são mal avaliados. Dentre os motivos de erro pode-se incluir o fato de que leva 100 milissegundos para mudarmos o ponto de observação e que, se dois eventos ocorrem ao mesmo tempo, em geral julgamos que o evento ao qual estivemos prestando atenção tenha ocorrido antes.[25] Além disso, existe uma fascinante ilusão chamada *efeito flash-lag,* em que tendemos a extrapolar a posição de um objeto em movimento, colocando-o à frente de sua posição real no momento de outro evento.[26] Se um ponto estiver se movendo na tela do computador, da esquerda para a direita, e no exato instante em que ele alcançar o meio da tela outro ponto brilhar acima dele, você terá a percepção do ponto em movimento como se estivesse à frente do ponto que está brilhando, embora ambos estejam no meio. Pela mesma lógica, o fato de o atacante estar correndo ao mesmo tempo do passe pode fazer o juiz o perceber como se estivesse à frente de sua posição real. Os homens não evoluíram para tomar decisões muito precisas em relação à ordem de eventos no tempo. Portanto, parece que os juízes apenas não estão programados para realizar as tarefas que exigimos deles.[27]

Em alguns casos, o cérebro edita um quadro fora de nossa percepção. Olhe para o rosto de um amigo e peça para ele mover os olhos lateralmente para a esquerda e para a direita; você não terá nenhum problema em ver os olhos dele se movendo com suavidade. Agora, faça essa tarefa olhando para você mesmo diante do espelho. Você vê as extremidades na esquerda e na direita, mas nada no meio. Onde foi a imagem do que aconteceu entre uma coisa e outra? Ela foi editada! Esse fenômeno é chamado de *cegueira pelo movimento rápido dos olhos.* A consciência visual parece ser um evento contínuo sem interrupção. Entretanto, nossos olhos estão em geral pulando de um objeto para outro. Embora esses movimentos bruscos sejam relativamente curtos, de fato demoram algum tempo, em torno de um décimo de segundo (100 milissegundos). O registro visual durante esse período desaparece no vazio, mas o intervalo criado em função disso é editado sem emendas fora do fluxo visual da consciência.

Enquanto lê esta frase, você não está consciente de cada palavra isoladamente. Não chega a ser trabalhoso o encadeamento de cada palavra na seguinte para gerar uma narrativa contínua do significado da frase. Na verdade, de forma inconsciente, você junta palavras e expressões, e conscientemente apreende o significado da frase em pontos fundamentais. Essa questão fica clara nas seguintes frases:

A porca estava doente.

A porca estava enferrujada.

Em ambos os casos, o significado apropriado de “porca” fica determinado pela última palavra da frase. No entanto, na maioria dos casos, você não precisa esperar a última palavra e mudar sua interpretação inicial de “porca”. À medida que lê ou ouve essas frases, seu cérebro retroage para editar o significado de “porca” de forma a corresponder ao sentido estabelecido pela última palavra da frase. O cérebro precisou esperar até o fim antes de encaminhar o significado da frase para a consciência. É claro que nossa consciência em relação a cada palavra não foi gerada de forma

sequencial em tempo real. Na verdade, a consciência entra em regime de “pausa” até que o processamento inconsciente chegue a uma interpretação razoável da frase. Esse tipo de observação também tem sido utilizado para esclarecer até que ponto a própria consciência é ilusória e que ela não é um relato contínuo on-line de eventos que ocorrem no mundo, mas uma construção após o fato, o que exige cortar, colar e atrasar blocos de tempo antes de criar uma narrativa agradável dos eventos externos.

COMO O CÉREBRO CONTA O TEMPO?

Vimos agora como é importante a capacidade do cérebro de contar o tempo e em que grau nossa sensação de tempo pode ser distorcida. Porém, não fizemos a pergunta mais importante de todas: como um dispositivo computacional constituído por neurônios e sinapses conta o tempo? Sabemos algo a respeito do que significa distinguir cores: comprimentos de onda diferentes da luz ativam populações de células diferentes em nossas retinas (cada uma contém uma de três proteínas fotossensíveis) que transmitem essas informações para neurônios em áreas corticais envolvidas na visão em cores. No entanto, ao contrário do que ocorre com as cores, não temos receptores, ou um órgão sensorial, que percebam ou meçam o tempo.[28] Porém, todos sabemos diferenciar uma duração curta de uma longa e afirmamos perceber a passagem do tempo; assim, devemos poder medi-lo.

Vivemos em um mundo em que usamos a tecnologia para controlar o tempo em escalas que abrangem mais de 16 ordens de grandeza: da precisão em bilionésimos de segundo de relógios atômicos utilizados para sistemas de posicionamento global ao controle de nossas viagens anuais ao redor do Sol. Entre esses dois extremos, rastreamos os minutos e as horas que governam nossas atividades diárias. Vale a pena notar que a mesma tecnologia pode ser usada para medir o tempo por esse amplo espectro. Os relógios atômicos são usados para medir bilionésimos de segundo de atraso na chegada de sinais de diversos satélites, acertar o relógio dos celulares e fazer pequenos ajustes para assegurar que o tempo

“absoluto” corresponda ao tempo no calendário (devido a uma pequena desaceleração da rotação da Terra, o tempo solar não corresponde de fato ao tempo medido pelos relógios atômicos). Mesmo os relógios digitais de pulso são utilizados para medir tanto centésimos de segundo como meses, uma faixa impressionante de cerca de nove ordens de grandeza. Na natureza, os animais também controlam o tempo em um intervalo quase tão impressionante de escalas de tempo: de alguns milissegundos às mudanças anuais de estações. Os mamíferos e os pássaros conseguem determinar com facilidade se um som está localizado à direita ou à esquerda. Isso é possível porque o cérebro consegue detectar a quantidade a mais do tempo que leva para o som viajar de um ouvido ao outro (para os seres humanos, o som leva cerca de 600 milissegundos para atravessar todo o caminho do ouvido direito para o esquerdo). Como já vimos, controlar o tempo na faixa de dezenas e centenas de milissegundos é importante para a comunicação e também vale para os animais. Na escala de horas, o sistema nervoso rastreia o tempo para controlar os ciclos de sono/vigília e os horários de alimentação. Por fim, na escala de meses, muitos animais acompanham e antecipam mudanças de estações que controlam os ciclos reprodutivos e de hibernação.

Assim, tanto a tecnologia moderna quanto os seres vivos se deparam com a necessidade de contar o tempo por ampla variedade de escalas. O incrível é o grau com que a tecnologia e a natureza resolveram a questão com soluções completamente diferentes. Em flagrante contraste com os dispositivos feitos pelo homem para medir o tempo, as soluções biológicas são fundamentalmente diferentes de uma escala de tempo para a seguinte. O “relógio” que o cérebro utiliza na previsão de quando o sinal vermelho mudará para verde não tem nada a ver com o “relógio” que controla o ciclo de sono/vigília ou com o utilizado para determinar quanto tempo o som levará viajando do ouvido direito para o esquerdo. Em outras palavras, o relógio circadiano sequer possui um ponteiro de segundos, e o relógio que você utiliza para acompanhar o ritmo de uma canção não tem ponteiro de horas.[29]

Dos diferentes dispositivos para medir o tempo no cérebro, é provável que o funcionamento interno do relógio circadiano seja o mais bem compreendido. Os seres humanos, as moscas das frutas e mesmo organismos unicelulares controlam todos os dias os ciclos claro/escuro.[30] Mas você poderia perguntar: Por que um organismo unicelular se preocuparia com a hora do dia? É provável que uma das forças que conduziram a evolução dos relógios circadianos tenha sido a dos efeitos prejudiciais da radiação ultravioleta do Sol, que pode causar mutações durante a replicação do DNA necessária para a divisão celular. Os organismos unicelulares, desprovidos de um órgão de proteção como a pele, são vulneráveis, sobretudo, a erros de replicação induzidos pela luz. Assim, a divisão durante a noite fornecia meios para aumentar o sucesso reprodutivo, e a antecipação do início da escuridão otimizava a replicação pelo engajamento do mecanismo celular necessário antes do anoitecer.

Décadas de pesquisa revelaram que o relógio circadiano de organismos unicelulares, plantas e animais se baseia em sofisticados ciclos de feedback bioquímico dentro das células: o DNA sintetiza proteínas pelo processo de *transcrição* e, quando as proteínas envolvidas no relógio circadiano atingem concentração crítica, elas inibem o processo de transcrição do DNA responsável por sua síntese inicial. Quando as proteínas se decompõem, a transcrição do DNA e a síntese de proteína podem começar de novo.[31] Não por coincidência, esse ciclo leva cerca de 24 horas. Os detalhes desse relógio e das proteínas envolvidas variam de organismo para organismo, mas a estratégia geral é, em essência, a mesma, desde os organismos unicelulares até as plantas e animais.

O que dizer de escalas de tempo muito mais curtas? Como antecipamos o próximo toque do telefone? Como as pessoas distinguem um som de áudio curto (ponto) e longo (traço) utilizado no código Morse? Os mecanismos neurais que permitem aos animais e aos seres humanos contar o tempo na escala de milissegundos e segundos continuam sendo um mistério, mas algumas hipóteses têm sido levantadas. Ao longo das últimas décadas, o modelo predominante de como o cérebro contava o tempo trazia uma suspeita semelhança com os relógios produzidos

pelo homem. A ideia geral era que alguns neurônios geravam ações potenciais a um ritmo periódico e que alguns outros grupos de neurônios contavam esses “tiques” do marca-passo neural. Assim, se o marca-passo fizesse um “tique” a cada 100 milissegundos, depois de 1 segundo os neurônios que contam leriam “10”. Como unidades computacionais, alguns neurônios são marca-passos talentosos, o que é ótimo, já que atividades como a respiração e as batidas do coração se baseiam na capacidade de os neurônios manterem o ritmo. No entanto, os neurônios não são concebidos para contar. Existem cada vez mais evidências de que a contagem do tempo se baseia mais nas dinâmicas internas do cérebro do que em sua capacidade de fazer tique e taque. Embora, em geral, pensemos nos eventos periódicos (como as oscilações de um pêndulo) quando tentamos invocar dispositivos para a medição do tempo, muitos sistemas que mudam ou evoluem com o tempo (isto é, possuem uma dinâmica) podem ser utilizados para contá-lo. Pense em um lago no qual alguém atira uma pedra que cria um padrão de círculos concêntricos em torno do ponto de choque com a água. Suponha que você receba duas fotos do padrão de ondas, tiradas em momentos diferentes no tempo. Você não terá qualquer problema para descobrir qual foto foi tirada antes, tendo como base o diâmetro das ondas. Além disso, com alguns experimentos e cálculos, pode-se descobrir quando as fotos foram batidas em relação ao momento em que a pedra foi atirada. Assim, mesmo sem um relógio, as dinâmicas do lago podem ser utilizadas para contar o tempo.

As redes de neurônios são sistemas dinâmicos complexos que também podem contar o tempo. Uma hipótese é que cada ponto no tempo possa ser codificado pelo rastreamento de qual população de neurônios esteja ativa: um padrão específico de atividade neural seria a princípio desencadeado no “tempo zero” e depois evoluiria por uma sequência de padrões reproduzíveis. Podemos pensar nisso como um *relógio populacional?*[2] Imagine olhar para as janelas de um arranha-céu à noite e, em cada uma, você consiga ver se o aposento está com a luz acesa ou apagada. Agora suponha que, por algum motivo (talvez pelo fato de cada pessoa em cada

aposento ter um horário de trabalho específico), esse mesmo padrão se repita todo dia. Em uma janela, a luz se acende logo após o pôr do sol; em outra, uma hora após o pôr do sol; em outra, a luz se acende ao pôr do sol e se apaga uma hora depois, e se acende de novo em três horas. Se existissem 100 janelas, poderíamos escrever uma sequência de dígitos binários que representasse a "situação" do edifício em cada ponto no tempo: 1-0-1 ... ao pôr do sol, 1-1-0 ... uma hora após o pôr do sol, e assim por diante - cada dígito representaria se a luz em determinada janela estava acesa (1) ou apagada (0). Embora o edifício não tivesse sido concebido para ser um relógio, você percebe que poderíamos utilizá-lo para contar o tempo pelo padrão das luzes nas janelas.

Nessa analogia, cada janela é um neurônio que poderia estar "ligado" (disparando ações potenciais) ou "desligado" (em silêncio). O segredo para esse sistema funcionar é o fato de que o padrão tenha de ser reproduzido. Por que uma rede de neurônios dispararia repetidas vezes dentro de um padrão que se reproduz? Porque isso é algo que as redes de neurônios fazem! O comportamento de um neurônio é determinado, em grande parte, pelo que os neurônios que se conectam com ele estavam fazendo um momento atrás, e o que esses neurônios estavam fazendo é determinado, por sua vez, pelo que outros neurônios fizeram dois momentos atrás.[33] Desse modo, dado o mesmo padrão inicial de atividade neural, toda a sequência de padrões é gerada repetidas vezes no tempo. Alguns estudos registraram neurônios individuais ou grupos de neurônios enquanto os animais realizavam tarefas específicas, e os resultados mostram que, em princípio, esses neurônios poderiam ser utilizados para contar o tempo ao longo de segundos.[34]

Um conceito relacionado é que uma rede de neurônios ativos muda com o tempo em função da interação do estímulo que chega e o *estado interno* da rede. Voltemos à analogia do lago. Se atirarmos a mesma pedra várias vezes em um lago tranquilo, observaremos um padrão dinâmico semelhante a cada vez. Porém, se uma segunda pedra for atirada no mesmo ponto logo após a primeira, surgirá um padrão diferente de ondas. O padrão gerado pela segunda pedra resulta da interação com o estado do lago

(amplitude, quantidade e espaçamento das pequenas ondas) quando ela foi atirada. Olhando para fotos do padrão de ondas quando a segunda pedra foi atirada, podemos determinar o intervalo de tempo entre os momentos em que as pedras foram atiradas. Um aspecto fundamental desse cenário é que o tempo esteja codificado de forma “não linear” e que não use, portanto, as regras normais de um relógio. Não existem “tiques” que permitam uma conveniente medição linear do tempo, em que quatro tiques significariam que se passou o dobro de tempo de dois tiques. Em vez disso, da mesma forma que a interação das ondas em um lago, o cérebro codifica o tempo e padrões complexos da atividade neural. Porém, ainda precisaremos esperar por avanços futuros antes de compreendermos como o cérebro conta o tempo na faixa de milissegundos e segundos.

Os neurônios, a princípio, evoluíram para permitir que criaturas simples detectassem possíveis fontes de alimentos e se movessem em direção a elas, e para detectar possíveis perigos e se moverem para longe deles. Embora essas ações ocorressem no tempo, elas não exigiam que os organismos o contassem. Assim, em sua forma primitiva, os neurônios não foram concebidos para contar o tempo. Porém, com o avanço da corrida armamentista da evolução, a capacidade de reagir no momento adequado (prever *quando* outras criaturas estarão *em que lugar*, antecipar eventos futuros e, eventualmente, se comunicar pelo uso de sinais que mudam com o tempo) forneceu uma valiosa vantagem seletiva. Pouco a pouco, foram surgindo adaptações e estratégias diferentes que permitiram que as redes de neurônios medissem o tempo, variando de menos de um milissegundo a horas. Entretanto, como em todos os projetos resultantes da evolução, a capacidade de contar o tempo se desenvolveu de forma aleatória; muitos recursos ficaram ausentes ou foram adicionados mais tarde como apêndice. Por mais de três bilhões de anos em que algum tipo de criatura tenha habitado a Terra, é improvável que qualquer uma tenha viajado para o outro lado do planeta em questão de horas - até o século XX. Nunca houve pressão evolutiva no sentido de construir um relógio circadiano de forma que permitisse ser zerado com rapidez. A

consequência disso é o *jet lag* por conta do fuso horário. Como qualquer pessoa que viaje para outro continente sabe, os padrões de sono e o bem-estar mental em geral ficam prejudicados por alguns dias após uma viagem dos Estados Unidos ao Japão; diferentemente dos relógios de pulso, nosso relógio circadiano interno não pode ser acertado por um comando.

Em consequência do processo inerentemente não sistemático do processo evolutivo, temos um amálgama de diferentes dispositivos biológicos para a contagem do tempo, cada um especializado em uma escala de tempo. As estratégias diversas e distintas que o cérebro utiliza para contar o tempo permitem que os homens e os animais realizem muitas tarefas, incluindo a capacidade de entender a fala e o código Morse, determinar se o sinal vermelho está demorando muito para mudar para verde ou antecipar que uma aula chata está prestes a acabar. Programadas ou não, as estratégias que o cérebro usa para contar o tempo também geraram alguns bugs cerebrais, incluindo a contração e a dilatação subjetivas do tempo (ilusões que podem inverter a ordem real dos estímulos sensoriais), pontos cegos mentais causados por pressupostos incorporados sobre o atraso apropriado entre causa e efeito, e dificuldades em pesar de forma correta a escolha entre as consequências de curto e longo prazo de nossas ações. Este último bug é, de longe, o que gera os impactos mais drásticos em nossa vida.

Podemos argumentar que a crise financeira iniciada em 2008 esteve intimamente ligada ao mesmo bug cerebral. Até certo ponto, o colapso financeiro foi desencadeado pelo fato de que algumas pessoas que compraram imóveis não tenham conseguido pagar as hipotecas. Algumas delas foram empréstimos a juros concebidos para explorar nossas tendências ao curto prazo - elas adiam a necessidade de fazer pagamentos substanciais no início do empréstimo. A recompensa em curto prazo da posse da casa própria (à custa de pagamentos hipotecários cada vez maiores e insustentáveis) se mostrou bastante sedutora para muitos.

Em termos de governo, decisões econômicas com falta de visão atormentaram Estados e nações. Os governos, em geral, se endividaram de forma imprudente, enquanto, ao mesmo tempo, se recusavam a aumentar os impostos, em um esforço míope para evitar cortes e apertos orçamentários em curto prazo. As consequências em longo prazo dessas políticas, na melhor das hipóteses, sobrecarregaram as gerações futuras, e, na pior das hipóteses, se traduziram em colapso econômico.

No mundo moderno, conseguimos alcançar vida longa, feliz e saudável com um planejamento de longo prazo, na escala de décadas. A capacidade dos homens modernos de se planejarem para o futuro é o que nos permite garantir educação, abrigo e bem-estar para nós mesmos e para nossos entes queridos. Esse conjunto de habilidades se baseia nas atualizações evolutivas mais recentes do sistema nervoso. Em especial, a expansão progressiva do córtex frontal e sua capacidade de não apenas conceber conceitos abstratos (como o passado e o futuro), mas de, em alguns casos, inibir as estruturas cerebrais mais primitivas, mais focadas em recompensas de curto prazo. Porém, planejar o futuro não é inato. Isso não requer apenas um hardware adequado, mas depende de linguagem, cultura, educação e experiência. Embora os primeiros seres humanos possuíssem o hardware neural, é improvável que tivessem a linguagem para ajudar a conceituar períodos longos, os meios para medir e quantificar o número de meses e anos decorridos ou a inclinação para se envolver em planos de longo prazo.[35]

Alguns cientistas acreditam que a capacidade de reprimir o domínio da gratificação imediata funciona como um indicador de alguns traços positivos de personalidade. No bem conhecido “experimento do marshmallow”, realizado pela primeira vez no final dos anos 1960, o psicólogo Walter Mischel e seus colegas colocaram um prato de marshmallow (ou outra guloseima) diante de crianças de 4 anos e fizeram uma oferta. O pesquisador precisaria sair da sala, mas retornaria logo. Se a criança conseguisse esperar para comer o marshmallow até que o pesquisador voltasse (ou resistisse a tocar um sino para chamar o pesquisador), ela poderia

comer dois marshmallows. Em média, o marshmallow permaneceu intacto por cerca de três minutos, mas algumas crianças o comeram de imediato, enquanto outras esperaram o tempo total de 15 minutos para o pesquisador retornar. Nos anos 1980, os pesquisadores decidiram localizar os participantes do estudo para ver como a vida deles estava se desenvolvendo. Constataram que havia uma correlação (embora bastante fraca) entre o tempo que a criança de 4 anos tinha esperado e o resultado do vestibular, uma década depois. Desde então, estudos posteriores revelaram correlações entre a capacidade de adiar a gratificação e o desempenho em outras tarefas cognitivas.[36] Por outro lado, alguns estudos correlacionaram a impulsividade com o vício em drogas ou o excesso de peso.[37]

Em um mundo onde a vida era curta e governada pela imprevisibilidade da doença, da disponibilidade de comida e do clima, havia pouca vantagem em lidar com as extenuantes complexidades que surgiam do planejamento de longo prazo. Porém, no mundo moderno, o oposto é verdadeiro: as maiores ameaças aos seres humanos são, em geral, as que surgem da falta de reflexão em longo prazo. Mesmo assim, em consequência de nossa inclinação para o presente, herdada pela evolução, tendemos a tomar decisões de pouca visão que influenciam não apenas nossa saúde e finanças, como também nos encorajam a eleger políticos que prometem “soluções” de curto prazo visando explorar mais nossa miopia do que de fato resolver os problemas. Um componente do desenvolvimento normal da infância para a fase adulta é precisamente aprender a considerar e adotar estratégias previdentes - aguardar por mais um marshmallow. Mas, em sua maior parte, mesmo nos adultos essa é uma habilidade que se beneficia da prática e da educação, e é mais bem contrabalançada pela consciência de como a influência desproporcional da gratificação de curto prazo afeta as decisões que achamos ser racionais.

---

1 *Nota do Tradutor:* Verso da canção “Purple Haze”, de Jimi Hendrix, que, pela proximidade sonora, deu margem a dupla interpretação: “Desculpe-me enquanto

eu beijo o céu" e "Desculpe-me enquanto eu beijo esse cara".

O fator medo

O medo é o fundamento de muitos governos; mas ele representa uma paixão tão sórdida e brutal, e torna os homens em cujo peito ela predomina tão estúpidos e miseráveis, que não é provável que os americanos venham a aprovar qualquer instituição política que esteja baseada nele.
John Adams, 1776

Para os Estados Unidos, não haverá o retorno à era anterior a 11 de setembro de 2001, uma era de falso conforto em um mundo perigoso.
George W. Bush, 2003

O medo, em seus muitos disfarces, exerce enorme influência em nossa vida pessoal e na sociedade como um todo. O medo de voar influencia não só o meio de transporte que algumas pessoas escolhem como faz outras desistirem de empregos que exijam viagens de avião. O medo da violência pode determinar onde decidimos morar e se vamos comprar uma arma, e, em alguns lugares, se devemos parar quando o sinal fica vermelho. O medo de tubarões faz muitas pessoas evitarem entrar no mar. O medo de dentista ou de exames médicos pode impedir que as pessoas se previnam de problemas importantes de saúde. E o medo daquelas pessoas que são diferentes de nós é, em geral, a semente da

discriminação e, algumas vezes, um cúmplice para a guerra. Mas será que nossos medos refletem com fidelidade as coisas que mais podem nos causar danos?

No período de 10 anos, entre 1995 e 2005, cerca de 400 pessoas nos Estados Unidos morreram por terem sido atingidas por raios. Nesse mesmo período, cerca de 3.200 morreram em função de ataques terroristas e 7 mil morreram por fatalidades relacionadas com o clima (furacões, enchentes, tornados e raios).[1] Esses números estão bem abaixo dos cerca de 180 mil assassinatos, que estão abaixo dos 300 mil suicídios ou 450 mil vítimas de acidentes fatais no trânsito. Por sua vez, esses números são pequenos em comparação com cerca de 1 milhão de mortes relacionadas com o vício de fumar cigarros ao longo desses 10 anos ou às 6 milhões de mortes associadas a doenças cardíacas.[2]

Esses números nos levam a suspeitar que haja apenas uma relação casual entre o que tememos e o que de fato nos mata. Podemos afirmar com segurança que muitos norte-americanos temem mais o homicídio e o terrorismo do que os acidentes de carro e as doenças cardíacas.[3] Ainda em termos de fatalidades, esses perigos são pouco comparáveis. Por que as mortes atribuídas ao homicídio e ao terrorismo induzem mais ao medo e merecem mais tempo nos noticiários locais do que as causadas por doenças cardíacas e acidentes de carro? Um motivo seria o fato de que algo como o terrorismo pode ser considerado imprevisível, arbitrário e indiferente à idade das vítimas. Em contrapartida, todos conhecemos os fatores de risco associados às doenças cardíacas e sabemos que é mais provável que os problemas de coração tirem a vida de alguém com 70 anos do que de alguém com 20. Porém, os acidentes de carro também são bastante imprevisíveis e indiferentes às faixas demográficas. Assim, essa teoria não parece se sustentar. Outra possibilidade é que o medo desproporcional ao homicídio e ao terrorismo esteja relacionado com o controle. O terrorismo, por definição, está totalmente fora do controle das vítimas; mas temos certo controle sobre nosso envolvimento em um acidente de carro. É provável que exista alguma verdade nesse raciocínio, pois estabeleceu-se que a falta de controle é um fator importante na

modulação do estresse e da ansiedade.[4] No entanto, é natural que um avião comercial tomado por terroristas induza a mais medo e provoque mais raiva do que a queda de um avião por falhas mecânicas, embora ambos estejam fora do controle dos passageiros, e a falha mecânica esteja, sem dúvida, ainda mais fora do seu controle. Embora possam existir muitos motivos para os homicídios, e os atos terroristas induzirem a mais medo do que os acidentes de carro e as doenças cardíacas, suspeito que o motivo principal seja o de estarmos programados para temer mais os atos de agressão praticados por outros seres humanos do que a maioria dos outros perigos modernos.

O medo é a maneira que a evolução encontrou para que os animais deem respostas proativas aos perigos que ameaçam a vida, incluindo predadores, animais venenosos e inimigos. O valor adaptativo do medo é óbvio: um bom princípio básico para a perpetuação das espécies é viver o suficiente para encontrar tempo de fazer algo e ajudar nesse sentido. Nossa bagagem evolutiva nos estimula a temer certas coisas porque embutem uma avaliação racional sobre o que foi prejudicial para nossos antepassados há milhões de anos. Mas esses segredos pré-históricos dos genes seriam apropriados no mundo moderno? Não muito. Como tem sido destacado por muitos cientistas, incluindo o neurocientista Joe LeDoux, "considerando que nosso ambiente é bastante diferente daquele em que os primeiros seres humanos viveram, nossa preparação genética para aprender sobre os perigos ancestrais pode nos trazer problemas, como quando nos faz desenvolver medos de coisas que não são tão perigosas em nosso mundo".[5]

O psicólogo cognitivo Steven Pinker destacou: "A melhor evidência de que os medos são adaptações e não apenas bugs do sistema nervoso é o fato de que os animais que evoluem em ilhas sem predadores perdem o medo e se tornam alvos fáceis para qualquer invasor."[6] De fato, as espécies que conseguiram colonizar ilhas vulcânicas desabitadas (em geral, pássaros e répteis) acabam ficando em um paraíso porque os predadores (quase sempre mamíferos terrestres) não tiveram como chegar à ilha. Pelo fato de essas espécies criadoras de um novo habitat evoluírem por

centenas de milhares ou milhões de anos na ausência de muitos ataques de predadores, elas “perdem” o medo e o nervosismo que é observável com facilidade em seus semelhantes nos continentes. Darwin comentou por acaso sobre o destemor dos pássaros e répteis que encontrou nas Ilhas Galápagos e sobre a facilidade com que eram capturados e mortos: “Uma arma aqui é quase supérflua porque, com o cano de uma, consegui derrubar um falcão do galho de uma árvore.”[7] É provável que a perda do medo tenha sido adaptativa porque os indivíduos que não ficavam obsessivos com qualquer ruído no entorno conseguiam se concentrar mais nos esforços para se alimentar e se reproduzir. O lado negativo foi o fato de que, quando roedores, gatos, cachorros e os seres humanos enfim conseguiram chegar às ilhas, os destemidos habitantes locais foram presenteados com o que a mãe natureza podia oferecer de mais parecido com uma lanchonete fast-food. A falta de medo foi um fator importante na extinção de muitas espécies, incluindo a dos pássaros dodô da Mauritânia, no século XVII.

Com certeza, o medo em si não é um bug, pelo menos não quando expresso no contexto em que foi originalmente programado no sistema nervoso. Porém, da mesma forma que ocorre com os computadores, o que foi correto e útil em determinado contexto pode se tornar um bug em contexto diferente.[8] O módulo de medo de nosso sistema operacional neural está desatualizado a ponto de se tornar a causa de medos, ansiedades e fobias esquisitas e infundadas. E a consequência mais significativa dos bugs cerebrais relacionados ao medo é o fato de fundamentarem nossa suscetibilidade a sermos influenciados pelo medo, levando à condução de políticas equivocadas de governo e de saúde.

MEDO PROGRAMADO E APRENDIDO

Existe tanto a temer e tão pouco tempo! Como o cérebro decide o que devemos ou não temer? Em muitos casos, a resposta é que os medos estão codificados nos genes. O medo inato pode ser uma estratégia muito útil para animais no fim da cadeia alimentar porque o aprendizado, por definição, exige experiência, e a experiência de

ser devorado não é propícia para a aprendizagem por tentativa e erro.

Os ratos temem os gatos, as gazelas temem os leões e os coelhos temem as raposas. Nesses e em muitos outros casos, o medo da presa em relação ao predador é (pelo menos em parte) transmitido pela genética.[9] O fato de o medo que alguns animais sentem por outros ser inato foi demonstrado pela primeira vez nos anos 1940 pelos etnólogos Konrad Lorenz e Niko Tinbergen. Eles mostraram que o comportamento defensivo dos filhotes de ganso, como se agachar e correr, poderia ser provocado pelo perfil de um falcão (na verdade feito de madeira) que voava sobre a cabeça deles, embora nunca tivessem visto um. Os gansos não estavam reagindo apenas a qualquer objeto em movimento acima deles, mas distinguindo a forma do objeto voador. Uma figura que tivesse a cabeça pequena e o rabo comprido (mais parecida com a de um falcão) fazia os filhotes reagirem com mais medo do que em relação à figura com pescoço longo e rabo curto (mais parecida com a de um ganso).[10] Esses resultados são bastante surpreendentes, não apenas por implicarem que o medo de um objeto que voe sobre a cabeça seja inato, mas por implicarem que a forma do objeto estaria, de alguma maneira, codificada nos genes e, portanto, traduzida em uma rede de neurônios. Em essência, estaria escrito no código genético: “Corra de objetos em movimento que exibam duas protuberâncias laterais e cuja relação da ‘cabeça’ até a ‘cauda’ seja pequena.” As memórias inatas, ou *filogenia,* estão codificadas no DNA, mas ele não detecta objetos voadores sobre a cabeça nem faz os animais correrem. Os comportamentos de visão e fuga se baseiam nos neurônios. Da mesma maneira que a codificação escrita por um programador de informática precisa ser compilada em um conjunto de instruções que um computador consiga “entender”, as informações codificadas geneticamente precisam, de alguma forma, ser compiladas no hardware neural. Embora os neurocientistas tenham alguma compreensão sobre como as redes de neurônios no sistema visual conseguem distinguir formas, ainda é um mistério a maneira pela qual os estímulos indutores de medo

são geneticamente codificados e depois implantados nas redes neurais.

O fato de a evolução ter programado os animais a temerem certos estímulos (por exemplo, o cheiro ou a aparência de seus predadores) não é surpreendente. O surpreendente é que algumas criaturas parecem ter evoluído em sua capacidade de manipular os circuitos de medo de outros animais. Especificamente, alguns parasitas aparentam ter a capacidade um tanto assustadora de modificar o comportamento de seus hospedeiros para melhor atender as próprias necessidades. A hidrofobia é um exemplo. Os cachorros com raiva secretam grande quantidade de saliva que contém um vírus louco para infectar o próximo hospedeiro. Se os cães infectados ficassem apenas largados no canto o dia todo, a probabilidade de ocorrer isso seria muito pequena. Porém, quando se tornam muito agressivos a ponto de saírem mordendo outros animais, aumentam as probabilidades de o vírus conseguir chegar à corrente sanguínea de possíveis hospedeiros. Agindo como um ladrão de corpos, um modesto vírus parece manipular o comportamento de cães para atender suas próprias necessidades. Outro exemplo de*parasitismo neural*é dado pelo organismo unicelular *Toxoplasma gondii.* Esse protozoário só consegue se reproduzir em gatos (os *hospedeiros definitivos*), mas seu ciclo de vida requer um estágio em um dos *hospedeiros intermediários,* que incluem os ratos. Uma vez dentro do rato, o *Toxoplasma* forma cistos que precisam sair do rato e chegar ao gato. Embora seja certo que isso ocorra naturalmente, o parasita parece desempenhar o papel de um casamenteiro perverso ao mexer com os circuitos de medo dos ratos e aumentar a probabilidade de os cistos conseguirem sair do rato para o estômago do gato.[11]

Codificar geneticamente o que um animal deve temer é uma adaptação evolutiva de valor inestimável. Entretanto, também é uma estratégia bastante inflexível porque só pode ser reprogramada na lenta escala de tempo da evolução. Quando surge um novo predador (como pode acontecer quando novos animais chegam a uma ilha), pode levar milhares de gerações para que os circuitos do medo sejam atualizados. Uma abordagem mais eficaz é a de dar

aos animais a capacidade de aprender no decorrer da vida o que devem temer, abrindo estratégias inteiramente novas para evitar predadores: eles podem aprender que cheiros e ruídos precedem a aparição de predadores ou os locais em que há maior probabilidade de os predadores estarem.

Como já sabe a maioria das pessoas que foram mordidas por cachorros, os seres humanos conseguem aprender com facilidade o que devem temer. Quase todos os mamíferos têm essa capacidade, que, em sua forma mais simples, é chamada de *condicionamento pelo medo*. Em um ambiente de laboratório, o condicionamento pelo medo pode ser estudado em seres humanos pela aplicação de um pequeno choque no antebraço de voluntários, logo depois da apresentação de uma imagem selecionada antes (o estímulo condicionado positivamente ou CS+). A ideia é que as pessoas aprenderão a “temer” o estímulo que antecedeu o choque. Esses estímulos ameaçadores provocam uma variedade das chamadas respostas não condicionadas - mudanças fisiológicas que ocorrem automática e inconscientemente e que incluem o aumento da frequência cardíaca, a dilatação da pupila, o arrepiar dos cabelos e o suor. Este último pode ser quantificado pela *condutância da pele*, que mede a resistência elétrica entre dois pontos da pele (é a mesma medição usada pelo detector de mentiras). De fato, pode-se observar aumento da condutância da pele em resposta a um estímulo condicionado, como a imagem de um triângulo amarelo após ter sido correlacionado a um choque.[12]

Os camundongos e os ratos também conseguem ser condicionados a temer um estímulo neutro. Os roedores muitas vezes respondem a um estímulo ameaçador, como um gato, permanecendo imóveis. Esse comportamento é chamado de *congelamento* (uma reação que os seres humanos também expressam em situações assustadoras). A imobilidade faz sentido se o sistema visual de nossos predadores mais comuns for bem sintonizado com o movimento. Um rato, em geral, não congela em resposta a um som inofensivo. Entretanto, se o som for sempre acompanhado por um estímulo que cause aversão, como um choque elétrico, ele aprende a temê-lo. Na próxima vez em que o

rato ouvir o som, ele “congelará”, mesmo que não haja qualquer choque.

O condicionamento pelo medo está entre as formas mais robustas de aprendizado em muitos animais. Os seres humanos e os roedores podem ser condicionados a temer sons, imagens, cheiros ou lugares específicos. Essas experiências de aprendizagem podem durar uma vida inteira para algumas pessoas, contribuindo para o surgimento de fobias, como as do medo de cachorro ou de dirigir.[13]

A BASE NEURAL DO MEDO

Para os neurocientistas, as emoções são um pouco frustrantes, pois são difíceis de definir e de medir, e estão inextricavelmente entrelaçadas com o maior mistério de todos: a consciência. No entanto, em comparação com outras emoções, somos bem menos ignorantes sobre a neurociência do medo. O motivo pode ser o fato de o medo ser uma emoção primitiva - talvez a emoção primordial. O medo parece se basear bastante nas estruturas cerebrais mais antigas em termos evolutivos e, ao contrário das emoções mais veladas, como amor e ódio, os animais expressam um repertório bem definido de comportamentos e respostas automáticas relacionadas com o medo. Juntos, esses dois fatores têm facilitado muito o desafio de revelar a base neural do medo.

A amígdala, uma das estruturas mais antigas da evolução do cérebro que contribui para o processamento da emoção, é de fundamental importância para a expressão e a aprendizagem do medo.[14] Experimentos dos anos 1930 revelaram que os danos aos lobos temporais, que contêm a amígdala, tornaram os macacos bastante mansos, destemidos e sem altos e baixos emocionais. Nos seres humanos, a ativação elétrica da amígdala pode provocar sentimentos de medo, e estudos com imagens demonstram que há crescente atividade da amígdala em resposta a estímulos que provoquem medo, como rostos ameaçadores e cobras. Além disso, pacientes com danos nas duas amígdalas têm dificuldade em reconhecer o medo no rosto de outras pessoas.[15] (Embora haja uma

crítica ligação entre a amígdala e o medo, é importante observar que ela também contribui para outras emoções e é ativada por estímulos carregados por emoções em geral, incluindo imagens de sexo e violência.)

Por mais de um século, os cientistas estudaram o aprendizado pela observação do animal como um todo, mas agora eles têm olhado dentro da caixa-preta e identificado quais neurônios são responsáveis pela aprendizagem - pelo menos por essa forma simples de aprendizagem, como o condicionamento pelo medo. Quando os investigadores registram os neurônios da amígdala (em especial, um dos vários núcleos da amígdala, a lateral) dos ratos, os neurônios, em geral, exibem pouca ou nenhuma resposta a um som audível. Após o condicionamento pelo medo, porém, os neurônios disparam com esse mesmo som (Figura 5.1).[16] Essa transição contém o segredo da aprendizagem e da memória. Antes do condicionamento pelo medo, o som não provocou o congelamento porque as sinapses entre os neurônios ativados pelo som (neurônios auditivos) e as da amígdala eram muito fracas - os neurônios auditivos podiam não gritar alto o suficiente para acordar os neurônios da amígdala; mas, após o som ter sido associado ao choque, essas sinapses ficaram mais fortes - capazes de ordenar que os neurônios da amígdala entrem em ação. Ainda não é possível medir a força das sinapses entre os neurônios auditivos e os da amígdala em um animal vivo. Mas, da mesma forma que os médicos conseguem remover um órgão e mantê-lo vivo por um curto período após a morte do paciente, os neurocientistas conseguem remover e estudar a amígdala após um rato ter sido sacrificado. Essa técnica permitiu que os pesquisadores comparassem a força das sinapses de ratos “ingênuos” com a dos ratos que passaram por um condicionamento pelo medo. Esses estudos revelaram que as sinapses em questão são mais fortes em ratos que temem o som. Em outras palavras, as ações potenciais nos neurônios auditivos pré-sinápticos são mais eficazes nos ratos para estimular a atividade dos neurônios pós-sinápticos da amígdala e, portanto, para induzir ao medo.[17]
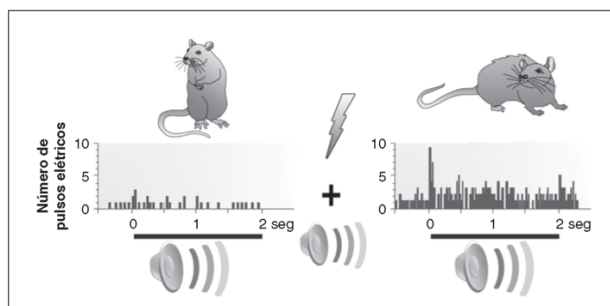
Figura 5.1 "Memória" do medo em um neurônio da amígdala: em um rato ingênuo, um som não provoca uma resposta de medo ou muitas ações em potencial nos neurônios da amígdala que vinham sendo registrados. Durante o condicionamento pelo medo, um som é seguido por um breve choque. Após essa fase de aprendizado, o som provoca uma resposta de medo no rato, assim como muitos pulsos elétricos no neurônio. Podemos imaginar essa nova resposta neural como uma "memória neural" ou como o correlato neural do aprendizado pelo medo. (Maren e Quirk, 2004; modificada com autorização da Macmillan Publishers Ltd.)

O condicionamento pelo medo fornece mais um exemplo de como o cérebro consegue registrar informações ao mudar as forças das sinapses. E, mais uma vez, esse processo é mediado pela plasticidade hebbiana.[18] Você deve se lembrar do que foi visto no Capítulo 1 sobre o fato de a regra de Hebb estabelecer que, se os neurônios pré e pós-sinápticos estiverem ativos ao mesmo tempo, as sinapses entre eles deverão ficar mais fortes. É o que ocorre durante o condicionamento auditivo pelo medo. Os neurônios da amígdala recebem estímulos e transportam informações sobre o choque doloroso usado como estímulo não condicionado, e as sinapses que transmitem informações sobre o choque são fortes, para começo de conversa, porque, como podemos presumir, é inerente aos estímulos dolorosos a capacidade de desencadear comportamentos defensivos. Assim, quando um som é associado a um choque, alguns neurônios da amígdala disparam porque são bastante ativados por ele. Quando esses mesmos neurônios também recebem estímulos dos neurônios pré-sinápticos ativados pelo som, essas sinapses são fortalecidas porque seus componentes pré e pós-sinápticos estão ativos ao mesmo tempo.

Como já vimos, essa plasticidade sináptica hebbiana ou associativa é implantada pelos receptores NMDA - aquelas proteínas inteligentes que detectam uma associação entre as atividades pré e pós-sinápticas. De fato, o bloqueio dos receptores NMDA durante o condicionamento pelo medo impede o aprendizado. Porém, o bloqueio desses mesmos receptores após o condicionamento pelo medo não impede os ratos de congelarem, o que indica que os receptores NMDA são necessários para o aprendizado inicial (armazenamento), mas não para a recuperação (leitura) da memória.[19]

Já que as sinapses até os neurônios na amígdala lateral representam a memória neural, se essas células fossem danificadas a memória do medo se apagaria. Experimentos realizados pela neurocientista Sheena Josselyn e suas colegas da Universidade de Toronto mostraram que, após matar, de forma seletiva, o subconjunto de neurônios que receberam as sinapses potencializadas, o rato não congelou mais em resposta ao som.[20] É importante destacar que a morte desses neurônios não prejudicou a capacidade do rato de aprender a temer outros estímulos, o que indica que a perda de memória não foi apenas produzida pela disfunção da amígdala em geral. Esses estudos sugerem ser de fato possível apagar a memória que codifica um medo específico.

A identificação da área do cérebro, dos neurônios e até mesmo das sinapses que parecem estar subjacentes ao condicionamento pelo medo abriu as portas para a compreensão e para a possível reversão de alguns problemas psiquiátricos causados pelo medo. Alguns distúrbios, incluindo ansiedade, fobias e o transtorno do estresse pós-traumático (TEPT) são produzidos pelo que corresponde aos bugs do cérebro nos circuitos do medo. As fobias são caracterizadas por uma sensação exagerada e imprópria de medo a determinados estímulos, como cobras, aranhas ou situações sociais. No TEPT, o medo e a ansiedade podem se tornar estados predominantes, desencadeados por pensamentos ou eventos externos. Por exemplo, um soldado com TEPT pode voltar a sentir o estresse da batalha após ouvir um rojão. Nesses casos, parece que certos estímulos são muito eficazes na ativação dos

circuitos de medo do cérebro. Assim, ficamos pensando se seria possível neutralizar a capacidade desses estímulos de ativar os circuitos do medo.

O condicionamento clássico pode ser revertido como resultado da *extinção*. Quando os cães de Pavlov eram expostos várias vezes ao som do sino na ausência do estímulo não condicionado, eles acabavam parando de salivar quando o sino tocava. A extinção é um componente essencial do condicionamento clássico, já que as associações em nosso ambiente mudam com o tempo. É tão importante parar de salivar ao som do sino quando ele não anuncia mais nada quanto é o fato de aprender a associação desde o princípio. O condicionamento pelo medo pode ser extinto quando são feitas várias apresentações do estímulo condicionado na ausência de choques, e estudos desse processo geraram ideias fascinantes sobre o que significa "desaprender" algo. Ao contrário do que se poderia imaginar, a extinção não parece corresponder à supressão da memória da experiência inicial. Se coloco um lembrete no quadro que diz "passar na lavanderia", após realizar a tarefa posso apagar o lembrete (eliminando de forma irreversível a informação sobre meu objetivo de passar na lavanderia) ou poderia escrever embaixo dele: "Ignore a mensagem acima; missão cumprida." No caso do condicionamento pelo medo, o cérebro parece seguir esta última abordagem. A extinção não se baseia em diminuir a força das sinapses que foram potencializadas na amígdala lateral. Na verdade, ela se baseia na formação de uma nova memória que, em essência, se sobrepõe ou inibe a expressão da antiga memória.[21] A vantagem óbvia desse método é o provável fato de ele ser mais fácil de "reaprender" a memória inicial se necessário, permitindo a operação "desfazer a exclusão".

As fobias e o TEPT parecem ser bastante resistentes aos processos normais de extinção. Mas, em alguns casos, sobretudo nos mais recentes, talvez seja possível apagar de verdade as lembranças responsáveis pelas fobias ou pelo TEPT. Discutimos o processo de reconsolidação no Capítulo 2: sob algumas circunstâncias, a cada momento em que a memória é utilizada ela se torna suscetível a ser apagada de novo (por medicamentos que

inibem a síntese da proteína ou pelo armazenamento de novas informações) porque, pelo que tudo indica, no processo de fortalecimento sináptico a própria sinapse fica instável ou mutável de novo.[22] Esse processo de reconsolidação é considerado valioso porque permite que nossas memórias sejam atualizadas em um mundo em contínua mudança. À medida que as pessoas ao redor envelhecem, as lembranças de seus rostos são retocadas, e não armazenadas de novo.

Alguns neurocientistas sugeriram que seria possível aproveitar esse processo de reconsolidação para apagar as lembranças traumáticas pelo uso de um processo em duas etapas. Primeiro, a evocação das lembranças traumáticas poderia servir para tornar as mudanças sinápticas subjacentes instáveis de novo. Segundo, a administração de certos medicamentos ou a contínua apresentação dos estímulos que resgatam o medo poderia de fato reverter a plasticidade sináptica e, assim, apagar a memória original. Em outras palavras, uma lembrança que antes representava algo perigoso seria "atualizada" para representar algo neutro. Embora alguns estudos sobre condicionamento pelo medo sugiram que essa estratégia poderia apagar a memória original,[23] a validade dessa abordagem com as memórias arraigadas que contribuem para fobias ou TEPT terá de esperar futuras pesquisas.

PREPARADO PARA O MEDO

Até agora exploramos duas respostas para a questão: Como o cérebro decide o que deve ou não temer? Em alguns casos, o medo é inato, como o medo do ganso em relação ao falcão. No entanto, em outros casos, os animais aprendem a temer coisas que vinham sendo associadas a eventos ameaçadores, como quando um rato aprende a temer um som acompanhado de um choque. Eu, por exemplo, teria pensado que essas duas explicações dariam conta de todas as bases possíveis. Não é verdade. Considere a ofidiofobia: muitas espécies de macacos, da mesma forma que os seres humanos, têm muito medo de cobras -um comportamento razoável, já que um encontro acidental com a cobra errada pode

resultar em ferimentos graves ou até em morte. Porém, como o macaco sabe que deve temer as cobras? O medo de cobra estaria programado em seus genes ou foi aprendido? Sempre empírico, Charles Darwin conta seus próprios experimentos que ilustram a natureza delicada dessa questão em *A origem do homem:*

> Levei uma cobra enrolada empalhada para a casa dos macacos no Jardim Zoológico, e o excitamento que isso causou foi um dos espetáculos mais curiosos que já vi. Três espécimes do *Cercophithecus* [um gênero de macacos africanos] foram os que ficaram mais alarmados; eles correram dentro das gaiolas e soltaram gritos agudos em sinal de perigo, que foram entendidos pelos outros macacos. Apenas alguns macacos jovens e um velho babuíno Anúbis não notaram a cobra.[24]

Já se supôs que, assim como os gansos têm um medo natural de falcões, os macacos seriam programados pela genética para temer as cobras. Entretanto, a história é muito mais interessante. Em muitos macacos, o medo de cobras não é somente inato ou aprendido. Na verdade, a propensão para aprender a temer cobras é que é inata. Os macacos selvagens em geral enlouquecem quando veem uma cobra falsa. Já os macacos nascidos em cativeiro são muitas vezes mais indiferentes, o que indica que o medo é aprendido. Mas os macacos parecem prontos e dispostos a chegar à conclusão de que as cobras são perigosas. Na verdade, é muito fácil ensinar os macacos a terem medo de cobras, mas muito difícil ensiná-los a temerem algo neutro, como flores. Em estudos realizados pela psicóloga Susan Mineka e suas colegas, os macacos resos criados em cativeiro não tinham mais medo de cobras reais ou de brinquedo do que de estímulos “neutros”, como blocos coloridos de madeira. O medo foi medido pelos comportamentos específicos, como se afastar dos objetos, assim como quanto tempo levaria para os macacos chegarem até o objeto e estabelecer um contato. Mais tarde foi mostrado a eles um vídeo de outro macaco com medo de uma cobra e, após esse pequeno vídeo educativo, os macacos do laboratório demonstraram clara

hesitação e medo aparente em relação às cobras reais e de brinquedo.

Poderíamos ficar tentados a concluir a partir desses experimentos que o medo de cobra é 100% aprendido pelos macacos, mas Mineka e suas colegas investigaram se seria possível os macacos aprenderem a temer outras coisas. Elas apresentaram vídeos de um macaco demonstrador reagindo com medo de cobras em algumas experiências e de um novo objeto (como uma flor) em outros testes. Como antes, esses macacos desenvolveram medo por cobras, mas não passaram a temer as flores. Esses experimentos têm sido replicados e fundamentam a afirmação de que, embora os macacos não tenham medo congênito de cobras, eles são preparados pela natureza para aprenderem a temê-las.[25]

Presume-se que isso também seja verdadeiro com seres humanos. As crianças também aprendem a sentir medo ao observarem outras pessoas. À medida que as crianças observam as reações dos pais a determinadas situações, elas conseguem absorver suas ansiedades e seus medos.[26] Embora o assunto nunca tenha sido estudado (existem óbvias preocupações éticas quanto ao estudo do medo em crianças), pode-se esperar que as crianças estejam mais aptas a aprender a temer as cobras (em comparação com as tartarugas, por exemplo) ao observar seus pais reagirem com medo a essas criaturas.

XENOFOBIA

Da mesma forma que nossos primos primatas, nossas predisposições inatas ao medo não se limitam aos animais venenosos, possíveis predadores, medo de altura ou temporais com trovões, mas podem incluir alguns medos incorporados de membros de nossa própria espécie. Esse fato é ilustrado por outro tipo de experimento de condicionamento pelo medo em seres humanos. Alguns estudos mostraram que é possível condicionar os seres humanos a temer imagens subliminares - imagens que são apresentadas com tanta rapidez que não são processadas

conscientemente. Não chega a ser surpreendente o fato de ser mais fácil condicionar os seres humanos a ter mais medo de algumas imagens do que de outras. É mais fácil, por exemplo, sentirmos medo de imagens de rostos com raiva do que de rostos alegres. Em um estudo, um rosto alegre ou com raiva era apresentado por alguns centésimos de milissegundos, acompanhado de um choque. Quando uma imagem aparecia de repente pelo mesmo período e era logo seguida por um rosto “neutro”, as pessoas não diziam ter visto um rosto alegre ou com raiva. Porém, os pesquisados apresentaram uma resposta maior na condução elétrica da pele quando o choque acompanhava um rosto com raiva do que quando acompanhava um rosto alegre. Junto com alguns outros estudos, esses resultados indicam que os seres humanos são inerentemente preparados para temer pessoas com raiva.[27]

É provável que um medo inato de indivíduos e estranhos com raiva ou a propensão de aprender a temê-los com facilidade tenha aumentado a expectativa de vida ao longo de boa parte da evolução dos primatas. Os chimpanzés podem ser bastante indelicados com estranhos, já que os machos são conhecidos por esmurrar os intrusos encontrados em seu território até a morte. Esses ataques podem ser de uma brutalidade impressionante e chegam ao ponto de morder e arrancar os testículos da vítima.[28] O especialista em primatas Frans De Waal afirma que “não há dúvida de que os chimpanzés são xenófobos”.[29] Mesmo nos ambientes artificiais dos zoológicos, é muito difícil introduzir um novo macho adulto no grupo social estabelecido. Existem muitas razões para os primatas e outros animais sociais serem agressivos com os intrusos, inclusive a competição por comida e pelas fêmeas. Nos chimpanzés, é provável que o medo por estranhos seja influenciado pelo aprendizado, mas, da mesma forma que outros animais sociais, há grande probabilidade de que exista uma preparação inata para temer intrusos. É provável que os seres humanos sejam iguais.[30] Faz sentido, em termos evolutivos, que haja inquietação e desconfiança em relação aos intrusos (além de fazer parte da sobrevivência básica). Acredita-se que a competição e a agressão entre grupos vizinhos tenha sido constante por toda a evolução humana, e hoje

isso é óbvio na interação, tanto entre grupos indígenas quanto entre nações-estado.[31] Frans de Waal conta uma história sobre isso:

> Uma vez, um antropólogo me falou sobre dois chefes de aldeia Eipo-Papua, da Nova Guiné, que viajavam juntos pela primeira vez em um pequeno avião. Não tiveram medo de embarcar, mas fizeram um pedido intrigante: queriam que a porta lateral permanecesse aberta. Eles foram alertados que faria frio lá em cima no céu e que, como não estavam vestindo nada além das tradicionais sungas, acabariam congelando. Os homens não se importavam. Eles queriam trazer algumas pedras pesadas para que, se o piloto fizesse a gentileza de circular por cima da próxima aldeia, pudessem atirá-las pela porta aberta, jogando-as sobre seus inimigos.[32]

Paradoxalmente, muitos antropólogos acreditam que a guerra constante entre grupos concorrentes também seja responsável pela evolução da cooperação e do altruísmo.[33] Os comportamentos altruístas, como ir para a guerra pela sua aldeia ou nação, representam um enigma evolutivo. Se um gene resultasse na expressão do altruísmo e estivesse presente em todos os membros de um grupo social, o grupo como um todo prosperaria a partir dessa abnegação. Por exemplo, uma tribo de guerreiros altruístas seria mais eficaz e destemida durante as batalhas, o que, por sua vez, aumentaria a predominância e o crescimento de seu clã. Entretanto, qualquer indivíduo sem o gene se beneficiaria com o altruísmo do grupo sem arcar com qualquer consequência desse comportamento (como a de morrer em batalha). Esses "desertores" sem o gene do altruísmo se reproduziriam mais e, no final, fariam todo o edifício do altruísmo desmoronar. O argumento segue afirmando que a guerra manteria esse problema em cheque: os grupos com alta proporção de parasitas poderiam ser, de tempos em tempos, dizimados por grupos que se beneficiariam do fato de terem um suprimento completo de altruístas em seu meio.

Independentemente de a violência entre grupos ter desempenhado ou não um papel fundamental na ampliação do

altruísmo, sem dúvida a guerra entre grupos tem sido onipresente por toda a evolução humana e a dos primatas. Assim, parece provável que a propensão a temer intrusos permanecerá bem entranhada em nosso código genético. No entanto, como os animais sociais sabem quem é ou não um intruso? Nas comunidades de chimpanzés, com dezenas de membros, é provável que cada indivíduo conheça todos os outros, o que, com certeza, é impossível nos grandes assentamentos humanos que surgiram com o aparecimento da agricultura, e ainda mais nas sociedades modernas. Conseguimos determinar se alguém é da nossa tribo ao usarmos uma variedade de fenótipos genéticos e culturais: a cor da pele da pessoa, que tipo de vestimenta está usando, se fala o mesmo idioma ou se tem o mesmo sotaque, e assim por diante. Infelizmente, a necessidade de saber a quem temer, junto com o uso de traços simples para distinguir um grupo do outro, ajudou a lançar as bases da discriminação racial, religiosa e geográfica, que permanece tão arraigada no comportamento humano de hoje em dia.

MEDO A DISTÂNCIA

O que tememos é resultado de uma estratégia em três frentes elaborada pela evolução: medo inato (natural), medo aprendido (criação) e uma abordagem híbrida em que, pela genética, estamos predispostos a aprender a temer certas coisas. Dessas estratégias surgem pelo menos dois bugs cerebrais relacionados ao medo. O primeiro é o fato de que o que somos programados a temer está irremediavelmente ultrapassado, a ponto de ser inadequado. O segundo é que, pela observação, aprendemos, de forma involuntária, a temer uma variedade de coisas que com certeza não nos prejudicarão.

Não importa quantas vezes eu assista alguém fazendo malabarismo, nunca aprenderei de fato sem ter uma experiência prática. Algumas coisas não podem ser aprendidas apenas pela observação. O medo não é uma delas. Não apenas aprendemos a temer pela observação, como o aprendizado indireto pode ser tão

eficaz quanto a aprendizagem original. Em um estudo realizado por Elizabeth Phelps e Andreas Ollson, da Universidade de Nova York, voluntários sentados diante de uma tela de computador viam imagens de dois rostos diferentes com raiva, um deles sempre acompanhado de um choque. Um segundo grupo de voluntários foi submetido a um aprendizado por observação: eles viam os pesquisados do primeiro experimento recebendo choques quando um dos rostos com raiva era mostrado (na realidade, eles viam atores que fingiam recolher os braços em resposta ao que os observadores presumiam ser um choque). Um terceiro grupo via apenas um dos rostos com raiva e era informado de que receberia um choque quando o vissem. É surpreendente que a magnitude da resposta em termos de condutividade na pele tenha sido quase a mesma nos três grupos.[34] As experiências indiretas dos choques foram tão eficazes como se de fato os tivessem recebido, e isso parece ser verdade sobretudo para estímulos como os de rostos com raiva, que estamos geneticamente programados para temer.

Agora vimos exemplos em que tanto os macacos quanto os seres humanos aprendem a temer algo por observação. Entretanto, ambos foram totalmente enganados. Eles não foram de fato testemunhas originais de eventos ameaçadores, mas estavam apenas assistindo a filmes. O aprendizado por observação é tão eficaz que aprendemos assistindo a vídeos que podem ter sido gravados em momentos e lugares bem distantes de nossa própria realidade ou que sejam pura ficção. Muitas pessoas nunca chegarão de fato a ver um tubarão vivo, muito menos um tubarão atacando outro ser humano. No entanto, algumas pessoas não conseguem evitar o pensamento de tubarões à espreita logo além da linha da costa. Por quê? Porque Steven Spielberg, em função de sua excepcional habilidade como diretor, criou uma geração de pessoas com fobia de tubarões. Semelhante ao macaco observador que desenvolveu um medo por cobras assistindo a um filme de outro macaco estressado por causa de uma cobra de brinquedo, o filme *Tubarão* desencadeou e ampliou nossa propensão inata a temer grandes predadores com dentes enormes e afiados. Essa tendência geneticamente transmitida para aprender a temer certas coisas tem

sido chamada de *prontidão* ou *associação seletiva*, e imagina-se que seja a explicação de sermos mais propensos a desenvolver fobias por cobras e aranhas do que por revólveres e aparelhos elétricos.[35]

A tecnologia nos fornece a oportunidade de experimentar de forma indireta diversos tipos de perigo: furacões fatais, guerras, quedas de aviões, predadores mortais e atos de terrorismo. Sejam imagens reais ou não, parte do cérebro parece tratar essas visões como observações originais. As pessoas conseguem aprender a temer fotos de rostos com raiva ou de aranhas, ainda que essas imagens sejam mostradas com tanta rapidez a ponto de fugirem da percepção consciente. Assim, não chega a surpreender que, mesmo sabendo que o ataque de tubarão não é real, em algum nível nosso cérebro forma associações inconscientes, interferindo em nossa atitude ao nos aventurarmos no mar.

A POLÍTICA DA AMÍGDALA

O medo excessivo de animais venenosos e predadores pode exercer um impacto significativo na qualidade de vida dos indivíduos, mas, em termos gerais, as fobias não são as consequências mais graves de nossos bugs cerebrais relacionados ao medo. Na verdade, devemos nos preocupar mais sobre como as vulnerabilidades em nossos circuitos do medo são exploradas por outras pessoas. Muito antes e bem depois de Maquiavel aconselhar os príncipes de que “é muito mais seguro ser temido do que amado”,[36] o medo real ou fabricado tem fornecido uma poderosa ferramenta para controlar a opinião pública, assegurar a lealdade e justificar as guerras. É provável que, na história da democracia, tenha havido poucas eleições em que os candidatos não tivessem invocado o medo de crime, intrusos, terroristas, imigrantes, gangues, predadores sexuais ou drogas, na tentativa de atrair eleitores. O uso do medo para influenciar a opinião, ou ação alarmista, tem sido chamado por Al Gore de “política da amígdala”.[37] Sobre as consequências de nossa suscetibilidade à ação alarmista, ele afirma:

> Se os líderes [dos cidadãos] exploram seus medos e os utilizam para encaminhar as pessoas em direções que poderiam não escolher de outra forma, então o próprio medo pode rapidamente se tornar uma força autônoma que se autoperpetua, drenando a vontade nacional e enfraquecendo o caráter da nação, desviando a atenção das ameaças reais merecedoras de preocupação saudável e apropriada, e semeando a confusão sobre as escolhas essenciais que toda nação precisa constantemente fazer sobre seu futuro.[38]

A pergunta é a seguinte: por que o medo exerce uma influência tão poderosa? A resposta está na capacidade de o medo se sobrepor à razão. Boa parte de nosso circuito do medo foi herdado de animais sem muita parte frontal, ou seja, com pouco córtex pré-frontal - uma região que passou por grande expansão nos primatas. As várias áreas que compõem o córtex pré-frontal estão envolvidas no que nos referimos como *funções executivas,* incluindo tomar decisões, manter a atenção, comandar as ações e intenções, e manter certas emoções e pensamentos em cheque.[39] Em última análise, nossas ações parecem representar um projeto em grupo; elas resultam de negociações entre as áreas cerebrais mais antigas, como a amígdala, e os módulos frontais mais novos. Juntas, essas áreas podem chegar a algum consenso em relação ao compromisso apropriado entre emoções e razão. No entanto, esse equilíbrio depende do contexto e, em alguns momentos, pode se inclinar bastante na direção das emoções. O número de conexões (axônios) que saem da amígdala em direção às áreas corticais é maior do que a quantidade das conexões que chegam até a amígdala vindas do córtex. De acordo com o neurocientista Joe LeDoux: “Do jeito que as coisas estão agora, a amígdala possui uma influência maior sobre o córtex do que o córtex sobre a amígdala, o que permite que a estimulação emocional domine e controle o pensamento.”[40]

O poder do medo sobre a razão está escrito na história. Por exemplo, nos meses após o ataque japonês em Pearl Harbor, em dezembro de 1941, dezenas de milhares de americanos de descendência japonesa foram colocados em campos de

concentração na Califórnia. Essa reação não foi apenas irracional por ter sido profundamente injusta, mas porque não fazia sentido acreditar que possíveis espiões japoneses poderiam ser eliminados ao cercarem todos os americanos japoneses na Costa Oeste (em 1988, o governo norte-americano pediu desculpas e distribuiu indenizações de mais de $1 bilhão por suas ações).

Há muitos perigos no mundo e, muitas vezes, são necessárias ações e sacrifícios para combatê-los. Entretanto, não resta dúvida de que, em alguns casos, nossos medos são amplificados e distorcidos a ponto de serem completamente irracionais. Uma consequência adicional de nossos bugs cerebrais relacionados ao medo é que eles conduzem a inúmeras decisões políticas equivocadas e tolas.[41] Considere o caso de que, em 2001, cinco pessoas morreram por exposição ao antrax após serem contaminadas por esporos colocados em cartas (acredita-se que a fonte do antrax tenha sido o laboratório de Bruce Ivins, especialista em biodefesa do Instituto de Pesquisas Médicas do Exército dos Estados Unidos para Doenças Infecciosas).[42] Estima-se que o governo dos Estados Unidos tenha gasto $5 bilhões em procedimentos de segurança em resposta às cartas contaminadas por antrax.[43] A visão de terroristas usando o próprio sistema de correios americano para propagar uma doença terrível e fatal deixou pouco espaço para uma análise racional: já estava bem estabelecido que, embora mortal, o antrax não era uma “boa” arma biológica (além das dificuldades para gerar com segurança grande quantidade dele, o fato de que podia ser destruído por exposição direta à luz solar exigia que fosse transformado em um pó muito fino para ser utilizado como arma eficaz).[44] No final, os eventos parecem que não tinham nada a ver com terrorismo, mas com um funcionário público perturbado. Olhando em retrospectiva, a maneira mais prática, eficaz e barata de ter evitado as cinco mortes teria sido fechar o laboratório do Exército dos Estados Unidos onde o antrax era fabricado.

Nos últimos 100 anos cerca de 10 mil pessoas morreram em resultado de ataques militares ou terroristas em solo americano (a maioria em Pearl Harbor e no ataque de 11 de setembro). Esse

número é muito menor do que a quantidade de pessoas que morrem em acidentes de carro, suicídio ou doenças cardíacas em um único ano. Ainda assim, em 2007, os gastos militares dos Estados Unidos foram superiores a $700 bilhões,[45] enquanto cerca de $2 bilhões em fundos federais foram aplicados para estudar e curar doenças cardíacas.[46] O gasto de 250 vezes mais dinheiro em algo que é milhares de vezes menos provável de nos matar reflete uma análise racional de custo-benefício ou reflete nossos instintos básicos do medo de intrusos e de o território ser invadido?[47]

O medo, com certeza, impulsiona muito mais do que políticas militares e de segurança: o medo também vende. Como observa o sociólogo Barry Glassner: "Ao difundir o medo, os políticos vendem a si próprios para os eleitores, os noticiários impressos e de televisão vendem para os leitores e os telespectadores, grupos de defesa vendem mensalidade para você se associar, charlatães vendem tratamentos, advogados vendem ações judiciais coletivas e corporações vendem bens de consumo."[48] O marketing de vários produtos, de água engarrafada a sabões antibacterianos, explora nossos medos inerentes dos germes.

Existem duas causas principais para os bugs cerebrais relacionados com o medo. Primeiro, as sub-rotinas genéticas que determinam o que estamos programados a temer foram não só escritas para um tempo e um local diferentes, como também boa parte do código foi escrito para espécies bem diferentes. Nosso arcaico sistema operacional neural nunca recebeu a mensagem de que os predadores e os intrusos não são mais tão perigosos como eram antes e que há coisas mais importantes a temer. Podemos nos permitir temer menos os predadores, as criaturas venenosas e as pessoas diferentes de nós, e nos concentrar mais em eliminar a pobreza, curar doenças, desenvolver políticas racionais de defesa e proteger o meio ambiente.

A segunda causa de nossos bugs cerebrais relacionados com o medo é que somos todos muito bem preparados para aprender a sentir medo pela observação. A aprendizagem pela observação se desenvolveu antes do surgimento da linguagem, escrita, TV e

Hollywood - antes de sermos capazes de aprender a respeito de coisas que aconteceram em outro tempo e lugar ou ver coisas que nunca nem mesmo aconteceram no mundo real. Pelo fato de o aprendizado indireto ser, em parte, inconsciente parece ser em parte resistente à razão e mal preparado para distinguir fatos de ficção. Além disso, a moderna tecnologia traz consigo a capacidade de mostrar repetidas vezes para as pessoas um mesmo evento assustador, criando, pelo que tudo indica, um relato amplificado e excessivo daquele evento dentro de nossos circuitos neurais.

Uma das consequências de nossa bagagem genética é que, como os macacos, que são preparados de forma natural para tirar conclusões precipitadas sobre o perigo representado pelas cobras, com muito poucos indícios estamos prontos e dispostos a chegar a conclusões precipitadas sobre a ameaça representada pelos que não são de nossa tribo ou nação. Tragicamente, essa propensão se autorrealiza: o medo mútuo inflama a agressão mútua, que, por sua vez, justifica o medo mútuo. Porém, à medida que desenvolvermos uma compreensão mais profunda dos mecanismos neurais do medo e de seus bugs, aprenderemos a diferenciar melhor os sussurros pré-históricos de nossos genes e as ameaças que de fato têm maior probabilidade de colocar em perigo nosso bem-estar.

Raciocínio irracional

A intuição pode, às vezes, levar ao erro. E a intuição é o que as pessoas usam na vida para tomar decisões.
Mark Haddon, *The Curious Incident of the Dog in the Night-Time*

Nos anos 1840, em alguns hospitais, 20% das mulheres morriam após o parto. Essas mortes eram quase sempre resultantes da febre puerperal (também chamada febre do parto): uma doença caracterizada por febre, erupções na pele cheias de pus e infecção generalizada das vias respiratórias e urinárias. A causa era, em grande parte, um mistério, mas alguns médicos na Europa e nos Estados Unidos chegaram à resposta. Um deles foi o médico húngaro Ignaz Semmelweis. Em 1846, ele observou que, na Primeira Clínica Obstetrícia no Hospital de Viena, onde médicos e estudantes faziam os partos, 13% das mães morriam nos dias seguintes ao parto (os registros cuidadosos mostram que, em alguns meses, o índice chegava a 30%). Entretanto, na Segunda Clínica Obstetrícia do mesmo hospital, onde as parteiras faziam os partos, o índice de mortalidade estava mais próximo de 2%.

Como conta o autor Hal Hellman: "Semmelweis começou a suspeitar da mão dos alunos e dos professores. Ele percebeu que elas poderiam ir das entranhas de um postulante a cadáver quase direto para o útero de uma mulher."[1] Semmelweis testou sua

hipótese ao instituir uma política rígida em relação à higiene e viu que os índices de febre puerperal caíram. Hoje, suas descobertas estão entre as mais importantes da medicina, mas, dois anos após o estudo inicial, a estratégia ainda não havia sido implantada em seu próprio hospital. Semmelweis não conseguiu renovar sua nomeação e foi forçado a deixar o hospital para iniciar atividades em seu consultório particular. Embora alguns médicos tenham rapidamente aceitado as ideias de Semmelweis, ele e outros foram, em grande parte, ignorados por mais algumas décadas e, por algumas estimativas, 20% das mães em hospitais parisienses morreram após o parto nos anos 1860. Foi somente em 1879 que a causa da febre puerperal foi, em grande parte, resolvida por Louis Pasteur.

Por que as ideias de Semmelweis foram ignoradas por décadas?[2] A resposta para essa pergunta ainda está em discussão. Um fator claro foi que a noção de minúsculas formas de vida malignas, totalmente invisíveis a olho nu, que causam tamanho estrago ao corpo humano era tão estranha às pessoas, que foi considerada um absurdo. Também foi sugerido que a teoria de Semmelweis carregava uma bagagem emocional que desviava o julgamento dos médicos: ela exigia que o médico aceitasse que ele próprio vinha sendo um dos agentes da morte, infectando as jovens mães com uma doença mortal. Foi relatado na época que pelo menos um médico havia cometido suicídio após aceitar o que hoje é conhecido como a teoria dos germes. Sem dúvida, há muitos motivos para a teoria dos germes não ter sido aceita de imediato, mas ela é resultante, sobretudo, do amálgama das forças irracionais e inconscientes que influenciam nossas decisões racionais.

DESVIOS COGNITIVOS

A história da ciência, da medicina, da política e dos negócios está cheia de exemplos de adesão obstinada a antigos costumes, crenças irracionais, políticas mal concebidas e decisões ruins. Inclinações semelhantes também são observadas nas decisões do nosso dia a dia profissional e pessoal. As causas de nossas decisões ruins são complexas e variadas, mas são atribuíveis em

parte ao fato de a cognição humana ser atormentada por pontos cegos, suposições preconcebidas, influências emocionais e preconceitos incorporados.

Ficamos muitas vezes com a impressão indelével de que nossas decisões resultam de deliberações conscientes. Porém, também é verdade que, como um porta-voz forçado a dar uma explicação semirracional para o comportamento chocante de seu cliente, nossa mente consciente, em geral, justifica decisões que já haviam sido tomadas por forças ocultas. É impossível compreender por completo a influência dessas forças em nossas decisões. Porém, o poder de persuasão do inconsciente fica bem ilustrado pela enorme desconexão entre a percepção consciente e a realidade que surge das ilusões sensoriais.
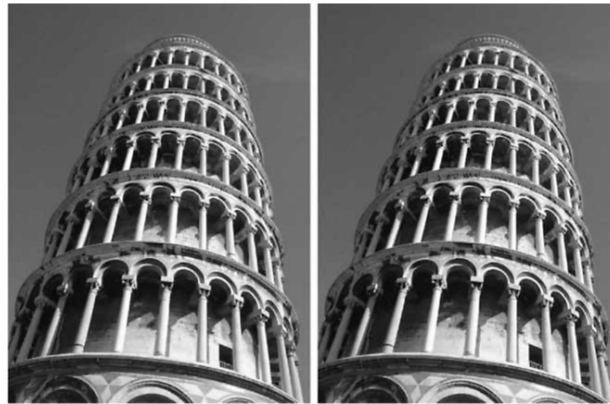
Figura 6.1 A ilusão da torre inclinada: a mesma foto da Torre de Pisa é mostrada em ambos os quadros; no entanto, a da direita parece estar mais inclinada (adaptado de Kingdom *etal,* 2007).

Ambas as imagens da inclinação da Torre de Pisa mostradas na Figura 6.1 são exatamente a mesma, embora a da direita pareça mais inclinada. A ilusão é inegociável. Embora já tenha visto essa figura dezenas de vezes, ainda acho difícil acreditar que sejam a mesma imagem (na primeira vez que vi, tive de cortar o quadro da direita e colocar sobre o da esquerda). A ilusão resulta das hipóteses que o sistema visual faz sobre a perspectiva. Quando

linhas paralelas, como as dos trilhos de uma ferrovia, são projetadas em nossa retina, elas convergem à medida que desaparecem na distância (porque o ângulo entre os dois trilhos diminui de forma progressiva). Pelo fato de nosso cérebro ter aprendido a utilizar essa convergência para fazer deduções sobre distância, podemos gerar a perspectiva apenas ao desenharmos duas linhas convergentes em um pedaço de papel. A foto na ilusão foi tirada da perspectiva da base da torre, e, como as linhas não convergem na distância (nesse caso, na altura), o cérebro interpreta como se elas não fossem paralelas e cria a ilusão da divergência.[3]

Outra ilusão visual bastante conhecida ocorre quando você fixa o olhar em uma cachoeira por cerca de 30 segundos e depois o desvia para rochas imóveis: as rochas parecem estar subindo. Isso ocorre porque o movimento é detectado por diferentes populações de neurônios no cérebro: neurônios “para baixo” disparam em resposta a movimento para baixo, e neurônios “para cima” respondem ao movimento ascendente. A percepção sobre o fato de algo estar se movendo para cima ou para baixo é resultado da diferença de atividade entre essas populações opostas de neurônios - um cabo de guerra entre os neurônios para cima e para baixo. Mesmo na ausência de movimento, essas duas populações apresentam algum nível de atividade espontânea ou básica, mas a competição entre elas está equilibrada. Durante os 30 segundos de estímulo constante gerado pela cachoeira, os neurônios de movimento para baixo ficam, em essência, “cansados” (eles se adaptam). Assim, quando você olha para as rochas paradas, o equilíbrio normal de domínio é alterado, e os neurônios que detectam movimento para cima ficam em vantagem temporária, criando um movimento ilusório para cima.

A percepção visual é fruto tanto da experiência quanto das unidades computacionais usadas para criar o cérebro. A ilusão da torre inclinada é um produto da experiência, de inferências aprendidas de forma inconsciente sobre ângulos, linhas, distância e imagens bidimensionais. A ilusão da cachoeira é um produto das propriedades embutidas dos neurônios e dos circuitos neurais. E, na maioria das vezes, a deliberação consciente não entra na equação:

não importa o quanto eu insista conscientemente que as duas torres sejam paralelas, uma torre continua a se inclinar mais do que a outra. A deliberação consciente, aliada aos traços inconscientes de nossas experiências anteriores e da natureza do hardware do cérebro, contribuem para as decisões que tomamos. Na maior parte do tempo, esses vários componentes colaboram para inspirar decisões bem adequadas às nossas necessidades. Entretanto, como ocorre na percepção visual, algumas vezes surgem "ilusões" ou desvios.

Considere a decisão subjetiva de saber se você gosta de uma pintura, um logo ou uma joia. O que determina que você ache uma pintura mais agradável do que outra? Para quem "cresceu" gostando de uma canção, não chega a ser surpresa que tenhamos a tendência a preferir o que nos é familiar. Dezenas de estudos confirmaram que a mera exposição a algo, seja um rosto, uma imagem, uma palavra ou um som, torna mais provável o fato de as pessoas o acharem mais atraente depois.[4] Essa tendência à familiaridade, que nos faz preferir o que nos é familiar, é explorada pelo marketing. Pela exposição repetitiva de anúncios, ficamos familiarizados com o produto da empresa. A tendência à familiaridade também parece valer no caso de ideias. Outro princípio básico da tomada de decisão é "quando em dúvida, não faça nada"; às vezes, é chamada de desvio pelo *status quo.* Pode-se imaginar que a propensão à familiaridade e ao *status quo* contribuiu para a rejeição das ideias de Semmelweis. Os médicos resistiram em parte à teoria dos germes porque ela não era familiar e ia contra o *status quo*.

Os psicólogos cognitivistas e os economistas comportamentais descreveram um amplo catálogo de desvios cognitivos durante as últimas décadas, como enquadramento, aversão à perda, ancoragem, excesso de confiança, inclinação pela disponibilidade, e muitos outros.[5] Para entender as causas e consequências desses desvios cognitivos, iremos analisar alguns dos mais robustos e bem estudados.

Enquadramento e ancoragem

Os psicólogos cognitivistas Daniel Kahneman e Amos Tversky estavam entre os informantes mais ativos quando se tratava de expor as falhas e pontos fracos da tomada de decisão humana. Suas pesquisas estabeleceram as bases do que agora é conhecido como economia comportamental. Em reconhecimento ao seu trabalho, Daniel Kahneman recebeu o Prêmio Nobel de Economia em 2002 (Amos Tversky faleceu em 1996). Um dos primeiros desvios cognitivos descritos por eles demonstrava que a maneira como a questão era colocada (a maneira como era "enquadrada") poderia influenciar a resposta.

Em um de seus estudos clássicos de enquadramento, Kahneman e Tversky apresentavam um cenário aos pesquisados em que se esperava que o surto de uma doença rara pudesse matar 600 pessoas.[6] Foram propostos dois programas alternativos para combater o surto e foi pedido que os pesquisados escolhessem entre eles:

(A) Se o programa A for adotado, 200 pessoas serão salvas.

(B) Se o programa B for adotado, existe probabilidade de 1/3 de que 600 pessoas sejam salvas e probabilidade de 2/3 de que nenhuma pessoa seja salva.

Em outras palavras, a escolha era entre um resultado certo de que 200 pessoas seriam salvas e um possível resultado de que ou todos seriam salvos ou nenhum (observe que, se a opção B fosse aplicada várias vezes seguidas, ela também salvaria em média 200 pessoas). Não há resposta certa ou errada nesse caso, só abordagens diferentes para um cenário terrível.

Eles constataram que 72% dos entrevistados no estudo escolheram sem hesitar salvar 200 vidas (opção A) e 28% optaram pela esperança de salvar todos (opção B). Na segunda parte do estudo, eles apresentaram as mesmas opções para um grupo diferente de pesquisados, mas formuladas de forma diferente:

(A) Se o programa A for adotado, 400 pessoas morrerão.

(B) Se o programa B for adotado, existe probabilidade de 1/3 de que ninguém morra e probabilidade de 2/3 de que 600 pessoas venham a morrer.

As opções A e B são as mesmas em ambas as partes do estudo e se diferenciam apenas na formulação. Mesmo assim, Tversky e Kahneman constataram que, ao responder ao segundo conjunto de opções, as decisões das pessoas foram inteiramente inversas: agora, a grande maioria dos entrevistados, 78%, escolheu a opção B, em comparação com os 28% que escolheram a alternativa B em resposta ao primeiro conjunto de opções. Em outras palavras, o enquadramento das opções em termos de 400 mortes em 600, em vez de 200 sobreviventes em 600, induziu as pessoas a favorecerem a opção que implicava um jogo; sem dúvida, salvar 33% das pessoas era um resultado aceitável, mas perder 67% das pessoas não era.

Os efeitos do enquadramento têm sido replicados muitas vezes, inclusive em estudos que ocorreram com os pesquisados em um aparelho de scanner do cérebro. Um desses estudos consistiu em várias rodadas de decisões de jogo, cada uma com o pesquisado recebendo uma quantia específica de dinheiro.[7] Em uma rodada, por exemplo, os pesquisados recebiam $50 e eram solicitados a decidir entre as seguintes opções:

(A) Ficar com $30.

(B) Jogar com o dinheiro, com 50% de probabilidade de ficar com os $50 ou de perder todo o dinheiro.

Os pesquisados não ficavam ou perdiam de verdade as quantias em dinheiro, mas tinham forte incentivo para ter um bom desempenho porque eram pagos por sua participação na proporção dos ganhos. Os pesquisados escolheram jogar (opção B) em 43% das vezes. Então, a opção A foi reformulada, e as alternativas foram apresentadas aos mesmos indivíduos da seguinte forma:

(A) Perder $20.

(B) Jogar com o dinheiro, com 50% de probabilidade de ficar com os $50 ou perder todo o dinheiro.

Quando a opção A foi reformulada como perda, as pessoas escolheram jogar em 62% das vezes. Embora ficar com $30 ou perder $20 em $50 seja a mesma coisa, o enquadramento da questão em termos de perda fez parecer mais aceitável o risco de perder todos os $50. Dos 20 participantes do estudo, cada um decidiu jogar mais quando a proposta foi colocada como perda. É claro que qualquer participante que afirmasse que sua decisão tinha sido baseada sobretudo em uma análise racional estaria bastante equivocado.

Embora todos os pesquisados jogassem mais no enquadramento "perder" em comparação com "ficar", houve considerável variação individual: alguns apenas jogavam um pouco mais quando a opção A era colocada como perda, enquanto outros, ao contrário, jogavam muito mais. Podemos dizer que os indivíduos que jogaram apenas um pouco mais no enquadramento "perder" se comportaram de forma mais racional, já que suas decisões foram pouco influenciadas pela formulação da questão. O interessante é que existiu uma correlação entre o grau de "racionalidade" e a atividade na área do córtex préfrontal (o córtex orbitofrontal) pelos pesquisados. Isso é coerente com a noção geral de que as áreas pré-frontais do cérebro desempenham um papel importante na tomada de decisão racional.

Outro estudo realizado por Kahneman e Tversky mostrou que as decisões dos médicos em recomendar um de dois tratamentos eram influenciadas pelo fato de saberem que um dos procedimentos tinha taxa de sobrevivência de 10% ou taxa de mortalidade de 90%.[8]

Os profissionais de marketing compreenderam a importância do enquadramento bem antes de Kahneman e Tversky começarem a estudá-lo. As empresas sempre souberam que seus produtos deveriam ser anunciados com valor 10% menor e não 90% tão alto quanto os dos concorrentes. Da mesma forma, uma empresa pode

anunciar “Bombas de Chocolate Açucaradas diet, agora com 50% menos calorias”, mas nunca deixariam sua campanha de marketing dizer “agora com 50% das calorias da versão normal”. Em alguns países, as lojas cobram mais dos clientes que pagam com cartão de crédito do que dos que pagam em dinheiro (porque as empresas de cartão de crédito em geral retêm de 1% a 3% do valor do pagamento). Mas a diferença entre cartão de crédito e dinheiro é sempre enquadrada como desconto para os clientes com dinheiro e nunca como sobretaxa para os que pagam com cartão.[9]

Em outro experimento clássico, Kahneman e Tversky descreveram um desvio cognitivo diferente: ancoragem. Nesse estudo, eles perguntavam se as pessoas achavam que o percentual de países africanos nas Nações Unidas estava acima ou abaixo de um dado valor: 10% para um grupo e 65% para o outro (os pesquisados eram levados a crer que esses números tinham sido escolhidos ao acaso). Em seguida, solicitava-se que os pesquisados estimassem a porcentagem real de países africanos nas Nações Unidas. Os números 10% e 65% serviram como “âncoras” e acabaram contaminando as estimativas das pessoas. As pessoas no grupo de ancoragem baixa (10%) estimaram em média 25%, enquanto as pessoas no grupo de ancoragem alta (65%) deram uma estimativa de 45%.[10] Esse desvio de ancoragem mostra o fato de que nossas estimativas numéricas podem ser influenciadas sem motivo pela presença de números irrelevantes.

Na verdade, sempre fui um pouco cético em relação à robustez dos desvios cognitivos, como o efeito ancoragem, e então eu mesmo realizei um experimento informal. Perguntei a todo mundo que encontrei: (1) quantos anos você acha que o vice-presidente Joseph Biden tem? e (2) quantos anos você acha que o ator Brad Pitt tem? A cada vez que fazia essas perguntas para alguém, invertia a ordem. Assim, existiram dois grupos: Joe e depois Brad (Joe/Brad) e Brad e depois Joe (Brad/Joe). Minha primeira e mais surpreendente descoberta era que eu conhecia 50 pessoas. A segunda constatação é que, quando tirei a média das estimativas de idade de Brad e Joe no grupo Brad/Joe, ela foi de 42,9 e 61,1 anos, enquanto no grupo Joe/Brad as médias de idade estimadas de Brad

e Joe foram 44,2 e 64,7 anos (na época, Brad tinha 45 anos e Joe tinha 66 anos). As estimativas de idade de Joe Binden foram significativamente menores quando "ancoradas" pela idade de Brad Pitt.[11] As estimativas de idade de Brad foram maiores quando ancoradas pela de Joe. Porém, essa diferença não foi significativa em termos de estatística. O efeito ancoragem ocorre quando as pessoas fazem estimativas ao acaso - não importa qual seja a âncora, não será observado nenhum efeito se for perguntado aos americanos quantos estados existem nos Estados Unidos. Assim, é possível que Brad tenha influenciado as estimativas da idade de Joe, mas não o contrário porque as pessoas conseguem estimar de forma mais realista a idade de Brad Pitt (eu moro em Los Angeles).

Ser induzido a erro pela idade de Brad Pitt ao estimar a de Joe Biden não é suscetível de gerar consequências palpáveis na vida real. Em outros contextos, porém, o efeito de ancoragem é mais uma vulnerabilidade a ser explorada. Todos já ouvimos as quantias estratosféricas pedidas por alguns reclamantes ao entrar com um processo judicial contra grandes empresas - em um caso recente, um tribunal condenou uma empresa de cigarros a pagar $300 milhões para uma única pessoa.[12] Esses valores astronômicos não são gerados por mera confusão de zeros pelos jurados, mas representam uma estratégia racional da promotoria em explorar o efeito ancoragem, plantando grandes quantias na mente dos jurados durante o julgamento. De forma semelhante, em negociações sobre o salário, é provável que o efeito ancoragem desempenhe um papel importante, sobretudo em situações em que ambas as partes não estejam familiarizadas com o valor dos serviços em questão. Assim que uma parte menciona um salário inicial, ele servirá como âncora para todas as ofertas e contraofertas subsequentes.[13]

Tanto o desvio de enquadramento quanto o de ancoragem são caracterizados pela influência de eventos anteriores (a formulação de uma questão ou a exposição a determinado número) nas decisões seguintes. Falando em termos evolutivos, essas tendências específicas são claramente recém-chegadas, já que a linguagem e os números também são. Porém, o enquadramento e a ancoragem são apenas exemplos de um fenômeno mais geral: o

contexto influencia o resultado. Os seres humanos nada mais são do que criaturas “dependentes do contexto”, e a linguagem é uma das muitas fontes de onde extraímos o contexto. O “significado” de uma sílaba é determinado em parte pelo que a precede (soja/loja; atraso/acaso). O significado de palavras é em geral determinado pelas palavras que a precedem (queda de braço/doer o braço; um cachorro grande/um cachorro-quente). E o significado de frases é influenciado por quem as diz e quando (“ele caiu do cavalo” significa coisas bastante diferentes, dependendo de ser ouvida em uma fazenda ou em uma empresa). Ao se cortar com uma folha de papel, você reage de formas diferentes, dependendo de estar sozinho em casa ou em uma reunião de negócios. Se alguém o chamar de idiota, sua reação dependerá de essa pessoa ser seu melhor amigo, seu chefe ou um estranho. O contexto é a chave.

O fato de sermos seduzidos por uma opção enquadrada como “1/3 das pessoas viverá” ou “2/3 morrerão” é irracional. Mesmo no mundo moderno, cenários muito claros representam uma exceção. Mas, na maior parte do tempo, a escolha de palavras não é arbitrária, mas proposital, com o intuito de transmitir um contexto e fornecer um canal adicional de comunicação. Se duas opções são colocadas como “1/3 das pessoas viverá” e “2/3 das pessoas morrerão”, talvez o entrevistador esteja nos dando uma pista de que a primeira opção seja melhor. De fato, todos nós usamos o efeito enquadramento de forma automática e inconsciente. Quem de nós, diante da necessidade de retransmitir o resultado esperado de um procedimento cirúrgico de emergência para um parente, diria “Existe 50% de chance de o papai morrer” em vez de “Existe 50% de chance de o papai sobreviver”? Embora a maioria não pense conscientemente sobre como enquadramos as questões e as afirmações, entendemos de forma intuitiva a importância do enquadramento. Até mesmo as crianças parecem entender que, quando o pai pergunta se comeram todos os legumes, é melhor enquadrarem a resposta na forma “eu comi quase todos os legumes” do que “eu deixei alguns legumes”.

Os desvios de enquadramento e ancoragem são apenas exemplos de situações em que seria melhor não sermos sensíveis

ao contexto.

Aversão à perda

Se você for como eu, é mais angustiante perder uma nota de $100 do que compensador encontrar uma nota de $100. De forma semelhante, se seu investimento em ações começa em $1.000, sobe para $1.200 em uma semana e, em algum ponto, começa a cair de volta para $1.000, a sensação de queda é mais aflitiva do que é agradável a de subida. O fato de a perda carregar mais bagagem emocional do que o ganho equivalente é chamado de aversão à perda.

Em um experimento conhecido, metade dos alunos de uma sala de aula recebe uma caneca de café com o nome da escola impresso. Em seguida, solicita-se que eles fixem um preço pelas canecas e, aos alunos que não receberam as canecas, pede-se que estimem quanto estariam dispostos a pagar por elas. O preço médio pedido pelas canecas foi de $5,25, e o preço médio de compra foi de cerca de $2,50.[14] Os proprietários das canecas supervalorizaram os objetos recém-adquiridos, pelo menos em comparação com o que os outros alunos acreditavam que valiam. Considera-se que, por causa da aversão à perda (relacionada com outro desvio cognitivo chamado de efeito do legado), as pessoas atribuem um valor maior para coisas que já têm - o fato de ser minha a caneca torna-a mais valiosa e mais difícil de partilhar.[15]

A aversão à perda é a fonte de decisões irracionais no mundo real. Entre os investidores, uma reação típica para um investimento inicial que começa a perder valor é “venderei assim que ele voltar a subir”. Isso é chamado de “perseguir uma perda”. Em alguns casos, esse comportamento pode gerar perdas ainda maiores que poderiam ter sido evitadas se o investidor tivesse aceitado uma perda menor e vendido a ação ao primeiro sinal de perigo.[16] Também se suspeita que a aversão à perda contribua para a repulsa em pagar impostos. Dividir nosso dinheiro suado pode ser traumático, mesmo sabendo que um país não consegue se manter

unido sem um sistema tributário e que os impostos nos Estados Unidos estão bem abaixo da média dos países desenvolvidos.

A maioria das pessoas não aceita uma oferta em que haja 50% de probabilidade de perder $100 e 50% de probabilidade de ganhar $150, embora seja uma proposta mais do que justa.[17] A teoria econômica dentro dos padrões normais argumenta que aceitar a aposta será a escolha racional, isto é, se nosso objetivo for o de maximizar o potencial de ganho líquido. Porém, a própria noção de investir e acumular riqueza é um mecanismo moderno, que ainda está limitado sobretudo aos que não precisam passar nenhum tempo se preocupando em saber de onde virá a próxima refeição.

O dinheiro é uma invenção cultural recente e fornece uma medida de valor linear que pode ser quantificada com facilidade. Nosso sistema operacional neural não evoluiu para tomar decisões expressas de forma numérica ou que envolvam troca de pedaços de papéis cujo valor esteja na crença comum de que sejam valiosos.

Um cenário ecologicamente mais realístico seria o de considerar propostas relacionadas a recursos mais tangíveis, como os alimentos. Quando o alimento está em jogo, a aversão à perda começa a fazer um pouco mais de sentido. Se nosso ancestral Ug, que viveu nas savanas africanas, tivesse um estoque de comida para alguns dias e um antropólogo marciano aparecesse e lhe oferecesse uma aposta de 2 para 1 por sua comida, o apego desproporcional de Ug ao seu estoque existente de alimentos seria bastante racional. Em primeiro lugar, se Ug estiver com fome e os alimentos forem escassos, uma perda pode resultar em morte. Além disso, ao contrário do dinheiro, os alimentos não são recursos “lineares”. Ter o dobro de comida não significa ter o valor dobrado. Os alimentos são perecíveis, e só se pode comer o que ainda está em bom estado.[18] Por fim, uma proposta como a de uma aposta pressupõe que exista um grau bastante grande de confiança entre as partes envolvidas - algo que julgamos normal quando jogamos na loteria ou vamos para um cassino, mas que era improvável de existir no início da evolução humana. É provável que a tendência à aversão à perda incorporada no cérebro seja herança dos dias em que nossos ancestrais primatas tomavam decisões que envolviam

recursos que não obedeciam à correta relação linear da riqueza monetária ou a máxima simples: quanto mais, melhor.

Cegueira da probabilidade

Imagine que eu tenha um dado convencional de seis lados, com duas faces pintadas de vermelho (V) e as outras quatro pintadas de amarelo (A), e que joguei o dado 20 vezes. A seguir, escrevo três sequências parciais possíveis, sendo que uma de fato ocorreu. Sua função é escolher a sequência que acha mais provável de ter sido a verdadeira.

1. V-A-V-V-V

2. A-V-A-V-V-V

3. A-V-V-V-V-V

Qual você escolheria? Quando Kahneman e Tversky realizaram esse experimento, 65% dos universitários do estudo escolheram a sequência 2 e somente 33% escolheram a sequência correta, a 1.[19] Sabemos que A é o resultado mais provável de qualquer jogada isolada (2/3 de probabilidade *versus* 1/3 de probabilidade); logo, esperávamos menos vês. Muitas pessoas parecem favorecer a sequência 2 porque tem, pelo menos, dois as. Entretanto, a importância de haver menos elementos na sequência 1 é em geral esquecida: qualquer sequência específica de cinco rodadas é mais provável do que qualquer sequência dada de seis rodadas. E a sequência 2 é a sequência 1 com um A na frente. Assim, se tivéssemos calculado a probabilidade da sequência 1, P(1) = 1/3 X 2/3 X 1/3 X 1/3 X 1/3, a da sequência 2 teria de ser menor: 2/3 X P(1).

Também somos vítimas da chamada falácia da conjunção. A probabilidade de qualquer evento A e qualquer outro evento B ocorrerem juntos tem de ser menor do que a probabilidade do evento A por si só (ou igual a ela). Assim, mesmo que pareça

absurdamente remoto, a probabilidade de ganhar na loteria no sorteio de amanhã ainda é maior do que a de ganhar na loteria e de o dia ser ensolarado. Mas somos burros para erros de conjunção. O que você acha mais provável de ser verdadeiro a respeito de meu amigo Robert: (A) ele é jogador profissional da NBA ou (B) ele é jogador profissional da NBA e tem mais de 1,80 metro de altura? Por algum motivo, a opção B parece ser mais plausível, embora a probabilidade de B tenha de ser menor ou igual à de A.[20] Falando de basquete, existe uma epidemia grave de falácias de conjunção na área dos esportes. Os locutores esportivos oferecem um fluxo contínuo de dados inúteis, como "Ele é o primeiro adolescente nos últimos 33 anos com três triplos e duas caminhadas intencionais em uma temporada"[21] ou "Ele é o primeiro a lançar para três *touchdowns* em um jogo de segunda-feira à noite, com lua cheia, no mesmo dia em que o índice Dow Jones caiu mais de 100 pontos". Está bem, esta última eu inventei. No entanto, o ponto que quero destacar é que, à medida que mais condições são acrescentadas em uma afirmação (mais conjunções), menos provável será a ocorrência do conjunto de eventos. A falácia da conjunção permite que os locutores esportivos alimentem a ilusão de que estamos assistindo a um evento único, adicionando conjunções em grande parte irrelevantes - e, ao fazerem isso, aumentam a probabilidade de que continuemos assistindo.

O problema de Monty Hall é talvez o mais conhecido do fato inerente de a teoria da probabilidade ser contra a intuição. No início dos anos 1990, o problema do Monty Hall criou uma controvérsia nacional ou, pelo menos, o máximo de controvérsia que um quebra-cabeças já causou. Em 1990, um leitor enviou uma questão para a colunista Marilyn vos Savant da revista *Parade.* A questão era baseada no programa de prêmios "Let's Make a Deal", apresentado na televisão por Monty Hall. Os participantes do programa precisavam escolher uma de três portas: atrás de uma delas estava o grande prêmio e atrás das outras duas estavam bodes (não tenho certeza se os concorrentes podiam ficar com o bode). Nesse exemplo do jogo, antes de revelar o que estava atrás da porta que o concorrente escolheu, Monty Hall abria sempre outra porta (sempre

com um bode atrás dela) e perguntava: “Você quer mudar a escolha?” Você mudaria?

No início, a probabilidade de você escolher a porta incorreta é de 2/3. Vamos supor que o prêmio esteja atrás da porta 3 e você tenha escolhido a porta 1. Se o apresentador abre a porta 2, mostra o bode e pergunta se você quer trocar, deve fazê-lo porque a única opção remanescente será a porta correta (3). A mesma lógica vale se você tivesse a princípio escolhido a porta 2 e o apresentador abrisse a porta 1. Assim, em 2/3 das vezes, a troca de portas garante o prêmio. No outro 1/3 dos casos, quando a porta correta foi escolhida desde o início, a troca de portas levou ao bode. É claro que a troca é a melhor opção porque leva ao prêmio em 67% das vezes e a um bode em 33% das vezes. O problema vai contra a intuição porque parece que, como a escolha é aleatória, a troca poderia não importar. Ao sobrarem apenas duas portas, as chances seriam de 50%, trocando ou não (o que seria verdade, se não fosse pelo Sr. Hall). O problema é que, ao abrir uma porta, Monty Hall quebra um dos pressupostos cardeais sobre probabilidades: ele fez algo que não é aleatório. Embora nossa escolha de porta tenha sido ao acaso, a abertura das portas não foi; ele sempre nos mostra uma com o bode (nunca uma com o prêmio). Ao fazer isso, ele injeta uma nova informação no jogo, sem alterar nossa crença de que as regras permaneceram as mesmas.

Embora Marilyn vos Savant tivesse dado a resposta correta em sua coluna, ela foi inundada por cartas, incluindo cerca de mil vindas de PhDs (muitos em matemática e estatística), que a criticaram por difundir dados matemáticos incorretos. O debate recebeu uma surpreendente atenção nacional e um artigo de primeira página no *The New York Times.*[22]

A probabilidade parece estar em uma classe única quando se trata de pontos cegos mentais e desvios cognitivos. Nossa intuição parece seguir apenas em direção perpendicular à teoria da probabilidade. Isso acontece, em parte, porque é difícil que os pressupostos sobre os quais se baseia ocorressem em ambientes naturais.[23] Considere a falácia do jogador: nossa intuição nos diz que, se a roleta parou em um número vermelho nas últimas cinco

jogadas consecutivas, podemos apostar no preto, pois ele “deve” sair. Mas, na verdade, não evoluímos para otimizar apostas em cassinos. Steven Pinker destaca que “em todo o mundo, menos em um cassino, é raro que a falácia do jogador seja de fato uma falácia. Na verdade, chamar nossas previsões intuitivas de falaciosas porque falham nas mesas de jogos de azar é andar para trás. Um dispositivo para jogos de azar é, por definição, uma máquina concebida para derrotar nossas previsões intuitivas. Seria como considerar nossas mãos mal projetadas porque tornam difícil se libertar de algemas”.[24]

A determinação da probabilidade de a roleta parar no vermelho ou preto requer que ela seja girada muita vezes. De forma semelhante, para calcular a probabilidade de dar cara em uma moeda, há necessidade de jogá-la muitas vezes. No entanto, existe um pressuposto implícito adicional: as propriedades da roleta ou da moeda não mudarão com o tempo. As moedas não se adaptam ou aprendem; elas satisfazem a condição de ser estacionária. Podemos com certeza supor que amanhã o “comportamento” da moeda será o mesmo de hoje. Mas, na natureza, as coisas estão sempre mudando. Se meu inimigo atirou 10 flechas contra mim e, em todas as oportunidades, errou o alvo, eu estaria sendo imprudente ao supor que as próximas 10 flechas também serão inofensivas. A natureza muda, e as pessoas e os animais aprendem; os pressupostos que são válidos hoje não serão necessariamente válidos amanhã. Além disso, em muitas situações realísticas em termos ecológicos, não estamos interessados na probabilidade de que algo venha a acontecer; estamos preocupados se ocorrerá *desta vez.* Será que sobreviverei se nadar neste rio cheio de crocodilos? Sobreviverei se for mordido pela cobra que acabou de cruzar meu caminho? Existem muitas coisas que não queremos tentar repetidas vezes apenas para estabelecer uma estimativa realística sobre a probabilidade.

Talvez um dos exemplos mais famosos de desvios probabilísticos venha dos casos em que se pede para as pessoas estimarem ou calcularem uma probabilidade desconhecida com base em probabilidades conhecidas. Em uma das muitas versões desses

estudos, o psicólogo cognitivista alemão Gird Gigerenzer apresentou as seguintes informações para 160 ginecologistas:[25]

1. A probabilidade de uma mulher ter câncer de mama é de 1%.
2. Se uma mulher tem câncer de mama, a probabilidade de ter uma mamografia positiva é de 90%.
3. Se uma mulher não tem câncer de mama, a possibilidade de que sua mamografia seja positiva é de 9% (índice de falsos positivos).

Em seguida, ele perguntava: se o teste de uma mulher deu positivo, qual é a probabilidade de ela de fato ter câncer de mama? Esse não é um cenário acadêmico; pode-se entender com facilidade a importância de que médicos e pacientes compreendam a resposta para essa questão. Gigerenzer deu quatro opções possíveis para os médicos escolherem:

(A) 81% **(B)** 90% **(C)** 10% **(D)** 1%

Somente 20% dos médicos escolheram a opção correta, C, 10%; 14% escolheram a opção A, 47% escolheram a opção B, e 19%, a opção D. Assim, mais da metade dos médicos assumiu que havia uma probabilidade superior a 80% de que a paciente tivesse câncer de mama. Gigerenzer destaca a ansiedade indevida que resultaria da falsa crença das pacientes de que as chances de estarem com câncer de mama fossem tão elevadas.

Como chegar à resposta correta? Em uma amostra de 1.000, a grande maioria das mulheres (990) não tem câncer de mama; mas por causa do índice de 9% de falsos positivos (que é bastante elevado para um teste médico), dessas 990 mulheres, 89 (9% de 990) que não estão com câncer terão mamografia positiva. Esse é um número elevado de testes positivos, sobretudo porque se espera que apenas 10 mulheres (1% de 1.000) venham a ter a doença, e destas, apenas 9 com mamografia positiva. Portanto, haverá 98 testes positivos, dos quais apenas 9 indicarão de fato a doença - perto de 10%. Gigerenzer mostrou depois que, quando ele

expressava todo o cenário de forma mais natural, o aumento da precisão era drástico. Por exemplo, quando as condições foram apresentadas em termos de frequências (a afirmação 1 era reescrita como “espera-se que, em uma população de 1.000 mulheres, 10 venham a apresentar câncer de mama”), a maioria dos médicos (87%) escolheu a resposta correta. Em outras palavras, o formato utilizado para apresentar o problema é de fundamental importância. Gigerenzer argumenta que o nosso relacionamento estranho com a teoria da probabilidade não está necessariamente arraigado em uma capacidade fraca de raciocínio; ele ocorre porque as probabilidades não são em geral encontradas nos ambientes ecológicos reais e, assim, não representam um formato de entrada natural para o cérebro. Porém, um fato permanece: não estamos adaptados para fazer julgamentos com base em probabilidade.

NEUROCIÊNCIA DOS DESVIOS

Agora, que selecionamos uma amostragem de desvios cognitivos, podemos formular a pergunta que os psicólogos e economistas vêm fazendo por décadas, e os filósofos vêm ponderando por séculos: Os homens, na sua maioria, são seres racionais ou irracionais? Nessa forma bastante simplificada, a questão faz tanto sentido quanto perguntar se os homens são criaturas violentas ou pacíficas. Somos ao mesmo tempo violentos e pacíficos, racionais e irracionais. Mas por quê? Como é possível que, por um lado, consigamos ir até a Lua e voltar, quebrar os átomos e revelar os mistérios da vida; e, por outro lado, deixemos que nossas decisões sejam influenciadas por fatores arbitrários e irrelevantes, e sejamos inerentemente despreparados para decidir sobre a troca de portas em um programa de televisão? Uma resposta para esse paradoxo é o fato de que muitas tarefas executadas pelo cérebro não são realizadas por um único sistema dedicado, mas pela interação entre muitos sistemas - assim, nossas decisões são beneficiárias e vítimas do trabalho do comitê interno do cérebro.

Encontre o mais rápido possível o item diferente (único), em cada um dos painéis da Figura 6.2.
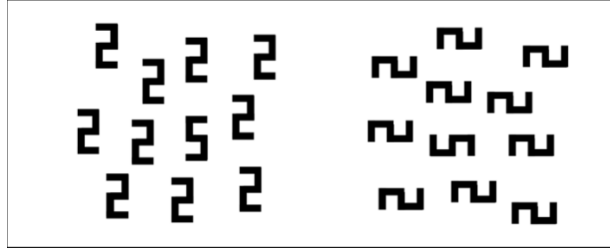
Figura 6.2 Busca serial e paralela.

Muitas pessoas conseguem apontar com muito mais rapidez o item diferente no painel da esquerda do que no da direita. Por que isso ocorre, já que o painel da direita é o da esquerda com apenas uma rotação de 90 graus? Os símbolos da esquerda assumem a forma familiar dos números 2 e 5. Você tem uma vida inteira de experiências com esses símbolos, mas sobretudo na posição em pé. Essa experiência fez seus neurônios do sistema visual se especializarem na detecção de “2” e “5”, o que implica a capacidade de apontar de forma rápida e automática o item que se destaca. Entretanto, a tarefa na direita se baseia na atenção e em um esforço de busca entre símbolos menos familiares.[26]

Você tem duas estratégias, ou sistemas, à sua disposição para encontrar objetos em um cenário visual: uma automática, chamada de busca paralela, e uma consciente, chamada de busca serial. De maneira genérica, existem também dois sistemas independentes, embora interagindo, responsáveis pelas decisões que tomamos. Esses sistemas têm sido chamados de automáticos (ou associativos) e reflexivos (ou baseados em regras).[27] Em termos gerais, o sistema automático é aquele que pensamos ser nossa intuição e é inconsciente, rápido, associativo e sem esforço. Ele é muito sensível ao contexto e às emoções, ansioso por tirar conclusões precipitadas, e tem alguns desvios e hipóteses preconcebidas. O sistema automático é de fato aquele de que

precisamos para entender o que as pessoas ao nosso redor estão dizendo e quais são suas intenções. Ele nos permite decidir com rapidez se é mais prudente parar ou prosseguir no sinal amarelo. Em seu livro *Blink: a decisão num piscar de olhos* (Rocco, 2005), Malcolm Gladwell examina a sabedoria e a loucura do sistema automático e o fato de que o treinamento consegue torná-lo a chave para julgamentos especializados.[28] Através de ampla experiência, os negociantes de arte, os técnicos, os soldados e os médicos aprendem a analisar com rapidez situações repletas de informações e a chegar a uma avaliação eficaz.

Ao contrário do sistema automático, o sistema reflexivo é lento, e requer esforço e pensamento consciente. Ele consegue se adaptar com rapidez aos erros e é flexível e ponderado. Esse é o sistema que utilizamos quando estamos resolvendo problemas, como quando tentamos decidir qual o melhor plano para a hipoteca. É o sistema que Semmelweis utilizou para descobrir o motivo de muito mais mortes na Primeira Clínica Obstetrícia. Em última instância, o sistema reflexivo entende por que devemos trocar de porta quando Monty Hall nos dá a chance.

O que as vacas bebem? Qualquer impulso inicial de dizer “leite” é consequência do sistema automático, que associa vacas a leite. Mas se você resistir a esse impulso inicial, o sistema reflexivo lhe dirá “água”. Aí vai outra: uma barra de chocolate e uma bala custam $1,10 no total. O chocolate custa $1 a mais do que a bala. Quanto custa o chocolate?[29] A maioria das pessoas, quase por reflexo, deixa escapar $1. Pelo que tudo indica, nosso sistema automático capta o fato de que $1 + $0,10 totaliza $1,10, mas ignora completamente a condição de que o chocolate custa $1 *a mais do que a bala.* O sistema reflexivo precisa nos ajudar e indicar que $0,05 + $1,05 também totalizam o valor correto *e* satisfazem a condição de que o chocolate custa $1 a mais do que a bala.

Não devemos imaginar os sistemas automático e reflexivo como partes distintas do cérebro que não se sobrepõem, como dois chips em um computador. No entanto, as partes mais antigas do cérebro em termos evolutivos, incluindo a amígdala, os gânglios basais e o chamado córtex associativo são atores fundamentais no sistema

automático, e as áreas corticais pré-frontais mais recentes são essenciais no sistema reflexivo.

O sistema automático é a fonte de muitos de nossos desvios cognitivos. Isso quer dizer que o sistema automático seja inerentemente falho, um fracasso do processo evolutivo? Não. Os desvios do sistema automático ocorrem em consequência de dois fatores. Em primeiro lugar, os bugs do sistema automático não representam um reflexo do fato de que ele tenha sido mal projetado e sim, mais uma vez, de que ele tenha sido concebido para um tempo e lugar bastante diferentes do mundo em que vivemos agora. Sob essa luz, somos “ecologicamente racionais” - em geral, tomamos boas decisões, próximas do ótimo, em contextos reais em termos evolutivos.[30] Em segundo lugar, algumas vezes um recurso eficaz também é um bug. Por exemplo, os processadores de texto possuem recursos de “autocorreção” e de “completar automaticamente” que conseguem corrigir palavras com erros ortográficos ou completar algumas letras com a palavra mais comum. No entanto, torna-se inevitável que, de tempos em tempos, sejam inseridas palavras incorretas e nossa mensagem saia truncada se não prestarmos atenção. Por analogia, alguns desvios cognitivos são apenas os efeitos colaterais de alguns dos recursos mais importantes do cérebro.

Os desvios cognitivos têm sido intensamente estudados e suas implicações vigorosamente debatidas, embora pouco seja conhecido sobre suas causas reais em termos de hardware neural. Alguns estudos de imagens cerebrais procuraram as áreas do cérebro que são preferencialmente ativadas durante os efeitos de enquadramento e de aversão à perda.[31] Na melhor das hipóteses, esses estudos revelam as partes do cérebro que podem estar envolvidas em desvios cognitivos, não as causas subjacentes. O entendimento de como e por que o cérebro toma boas ou más decisões permanece ainda muito distante, embora o pouco que aprendemos sobre a arquitetura básica do cérebro ofereça algumas pistas. Por exemplo, a semelhança entre alguns desvios cognitivos e o *priming* sugere que eles sejam consequência direta da

arquitetura associativa do cérebro em geral e do sistema automático em especial.[32]

Examinamos dois princípios sobre como o cérebro arquiva informações a respeito do mundo. Em primeiro lugar, o conhecimento é armazenado como conexões entre nódulos (grupos de neurônios) que representam conceitos relacionados. Em segundo lugar, quando um nódulo é ativado, sua atividade "se espalha" para aqueles com os quais ele se conecta, aumentando a probabilidade de que eles sejam ativados. Assim, ao perguntar para alguém se essa pessoa gosta de sushi antes de pedir para falar o nome de um país aumenta a probabilidade de que ela venha a pensar no Japão. Quando o nódulo "sushi" foi ativado, ele passou a estimular a atividade no nódulo "Japão". Também vimos que a mera exposição de certas palavras para as pessoas consegue influenciar seu comportamento. As pessoas que completaram jogos de palavras com elevada proporção de palavras "polidas" esperaram mais tempo antes de interromper uma conversa em andamento pelo telefone do que as que completaram com palavras "rudes". De alguma forma, as palavras que representam os conceitos de "paciência" ou "descortesia" escaparam de seu caminho pelas redes semânticas e entraram em áreas do cérebro que de fato controlam o quanto somos educados ou rudes *(priming* comportamental). Em outro estudo, solicitou-se que as pessoas pensassem em palavras relacionadas com estar zangado (isto é, palavras que pudessem estar associadas a estar com a "cabeça quente"), que resultou em estimativas maiores sobre as temperaturas de cidades estrangeiras.[33]

Para entender a relação entre *priming* comportamental e enquadramento, vamos analisar um experimento hipotético de enquadramento em que damos $50 para as pessoas e depois oferecemos duas opções possíveis:

(A) Você pode FICAR com 49% do dinheiro.

(B) Você pode PERDER 49% do dinheiro.

Você, é claro, escolheria a opção B, mas, para efeito de argumentação, vamos supor que o sistema automático fique tentado a deixar escapar “eu fico com 49%” até que o sistema reflexivo entre em ação e vete a opção A. Dentro de nossas redes semânticas, a palavra *ficar* desenvolveu associações com conceitos relacionados (*economizar*, *guardar*, *ter*), que, em geral, podem ser considerados emoções positivas - uma “coisa boa”. Por outro lado, a palavra *perder* está em geral ligada a conceitos *(já foi*, *derrota*, *fracasso*) relacionados com emoções negativas - uma “coisa ruim”. As conexões dos neurônios que representam os nódulos “ficar” e “perder” em nossas redes semânticas devem se prolongar de forma direta ou indireta, passando de nossos circuitos da rede semântica para os centros do cérebro responsáveis por controlar nossas emoções e comportamento. Pelo fato de a opção A ter a palavra *ficar* em sua formulação, ela despertará os circuitos responsáveis por “coisas boas”; o resultado final é que o sistema automático tenha predileção na direção da opção A.

Estudos demonstraram a conexão entre as redes semânticas e os circuitos responsáveis por emoções e ações ao piscarem uma palavra que carrega uma conotação positiva ou negativa em uma tela de computador por meros 17 milissegundos - muito rápido para ser registrado conscientemente. Um segundo depois, foi mostrada uma pintura aos voluntários e pediu-se que classificassem o quanto gostaram dela. As pinturas precedidas por palavras positivas (*ótima*, *vital*, *adorável*) receberam classificação maior do que as precedidas por palavras negativas (*brutal*, *cruel, raiva)?*[4] Insistindo mais uma vez, as representações internas das palavras contaminam a computação que ocorre em outras partes do cérebro.

Vamos olhar mais de perto o desvio da ancoragem. Você pode ter notado que o experimento informal em que o fato de pensar na idade de Brad Pitt resultou em subestimar a idade de Joe Biden é semelhante a um estudo de *priming,* exceto porque se trata de um número que estimula os números mais próximos a ele. Alguns casos de ancoragem podem representar uma forma de *priming* numérico.[35] O conceito é que, da mesma forma que o pensamento de “sushi” possa desviar a probabilidade de se pensar em “Japão”, pensar em

“45” pode aumentar a probabilidade de se pensar em “60” em vez de “70” ao estimar a idade de Joe Biden.

Como já vimos, estudos mostraram que alguns neurônios reagem de forma seletiva a imagens de Jennifer Aniston ou Bill Clinton, e que podemos pensar nesses neurônios como membros dos nódulos “Jennifer Aniston” e “Bill Clinton”. No entanto, como os números são representados no cérebro? Os cientistas também registraram neurônios que reagem de forma seletiva aos números ou, mais precisamente, a quantidades (o número de itens em uma imagem). Por incrível que pareça, esses experimentos foram realizados com macacos. Os neurocientistas Andreas Nieder e Earl Miller treinaram macacos para olhar para uma tela com certo número de pontos que variavam de 1 a 30. Um segundo depois, os macacos viam outra imagem com um número igual ou diferente de pontos[36] e eram pagos (na forma de suco) para decidir se o número de pontos era igual ou diferente entre a primeira e a segunda imagem. Eles seguravam uma alavanca e tinham de soltá-la se os números das duas imagens fossem iguais ou continuar a segurá-la se as quantidades fossem diferentes. Após muito treinamento, os macacos conseguiram realizar a tarefa com bastante precisão. Conforme representado na Figura 6.3, quando uma imagem com 8 pontos foi seguida por outra com 4 pontos, eles julgaram que fossem iguais em apenas 10% das vezes; quando uma imagem com 8 itens era seguida por outra com 8 itens, os macacos julgavam que eram iguais em 90% das vezes. Ninguém está sugerindo que os macacos estejam contando o número de pontos (as imagens eram mostradas somente por meio segundo); na verdade, eles realizavam uma aproximação numérica (estimando o número de itens de forma automática, sem de fato contá-los). Quando os pesquisadores registraram os neurônios individuais do córtex pré-frontal, eles descobriram que alguns neurônios estavam “sintonizados” com o número de itens da tela. Por exemplo, um neurônio podia reagir com vigor quando o macaco via uma tela com quatro itens, mas reagia com muito menos intensidade quando havia um ou cinco itens na tela (Figura 6.3). Em geral, as curvas de sintonia foram bastante “amplas”, o que significa que um neurônio que responde no máximo

para 8 itens também apresentaria um pulso elétrico para 12 itens, e, ao contrário, um neurônio que respondesse no máximo para 12 itens também reagiria a 8 itens, embora com menos intensidade. Portanto, os números 8 e 12 seriam representados por populações diferentes de neurônios, mas sobrepostas, de maneira bastante semelhante à dos números escritos 32.768 e 32.704, que compartilham alguns dígitos.

No *priming* numérico, a atividade produzida por um número “se espalha” para outros. Vimos no Capítulo 1 que não temos certeza sobre a atividade a que essa propagação corresponde em termos de neurônios. Uma hipótese é tratar-se de um eco que vai diminuindo: o nível de atividade decrescente de um neurônio após o desaparecimento do estímulo. Uma hipótese não mutuamente excludente é que o *priming* possa ocorrer em função da sobreposição na representação de conceitos relacionados. Aqui, não se trata da atividade dos neurônios que representam “sushi” se espalharem para os que representam “Japão”, mas que alguns dos neurônios participem de ambas as representações, da mesma maneira que, nos experimentos dos macacos, os mesmos neurônios participam da representação do 8 e do 12. Digamos que você esteja forjando ilegalmente os números em um documento; a substituição do número 9.990 por 9.900 é muito mais fácil do que por 10.207 porque há mais dígitos que se sobrepõem entre 9.990 e 9.900. De forma semelhante, no desvio de ancoragem os números podem estimular números semelhantes por causa da sobreposição no código neural utilizado para representá-los. Muitos dos neurônios que representam o número 45 também participarão da representação de 60 e 66, mas a sobreposição entre 45 e 60 será maior que entre 45 e 66. Pressupondo que neurônios ativados há pouco tempo sejam muito mais prováveis de serem ativados de novo, podemos ver que, se a estimativa “sem desvio” da idade de Biden fosse 66, o valor seria “puxado para baixo” pela maior atividade dos neurônios que foram ativados por 45 quando se perguntou primeiro aos entrevistados qual seria a idade de Pitt.
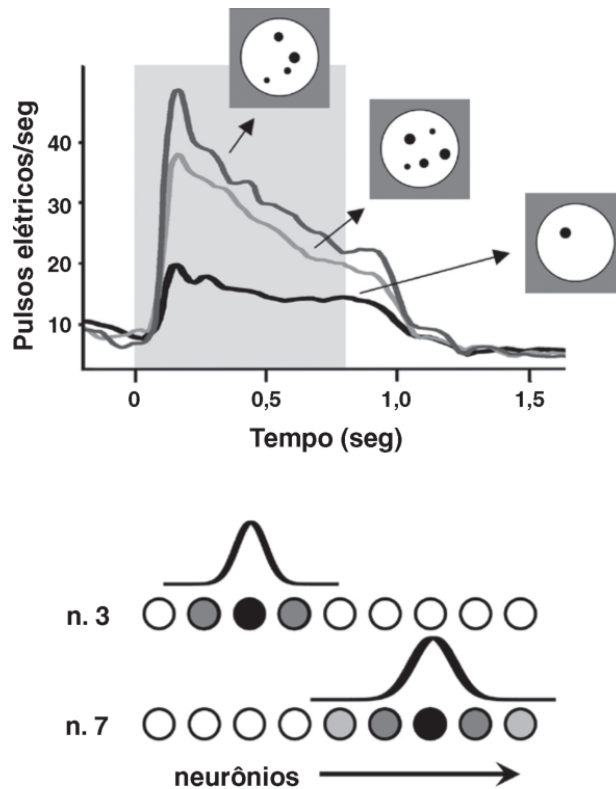
Figura 6.3 Como os neurônios representam os números. *(Quadro superior)* Os macacos conseguem ser treinados para diferenciar o número de itens mostrados em um monitor de computador (imagens com um, quatro e cinco itens são mostradas). Registros do córtex pré-frontal durante a tarefa determinaram que alguns neurônios estão sintonizados com o número de itens. As linhas mostram o número de pulsos elétricos (frequência) em reação a cada uma das três imagens. As áreas sombreadas mostram a janela de tempo em que o estímulo foi apresentado. Observe que esse neurônio estava "sintonizado" com o valor 4 porque disparou mais em reação a quatro itens do que a um ou cinco. *(Quadro inferior)* O cérebro pode codificar quantidades numéricas em um código populacional: neurônios diferentes variam seus níveis de atividade em reação a números específicos. Aqui, o nível de graduação em cinza representa o número de pulsos em reação aos números 3 e 7. (Adaptada com autorização de Nieder, 2005.)

Priming, enquadramento e ancoragem podem ser fenômenos psicológicos interligados, atribuíveis aos mesmos mecanismos neurais: a propagação da atividade entre grupos de neurônios representando conceitos associados, emoções e ações. Como já

vimos, o *priming* implanta uma forma de sensibilidade ao contexto. Não são apenas nossas decisões e comportamentos que dependem do contexto; não é nenhuma surpresa que a dependência do contexto também seja observada em termos de neurônios individuais. Em áreas sensoriais do cérebro, incluindo os córtices auditivo e visual, os neurônios em geral dispararão ações potenciais em reação a estímulos “preferenciais” específicos, como determinada sílaba ou uma linha orientada. A resposta de muitos neurônios é modulada pelo contexto no qual esse estímulo preferencial seja apresentado. O contexto engloba tanto o estímulo que o precedeu quanto os outros estímulos apresentados simultaneamente. Por exemplo, no sistema auditivo de aves canoras, alguns neurônios somente dispararão para uma sílaba específica de seu canto, que chamaremos de sílaba B, se for precedida pela sílaba A: em essência, a sílaba A estimula a resposta para a sílaba B. Os neurônios no córtex visual de mamíferos em geral respondem a linhas com orientação específica em determinada parte do campo visual. O ajuste de orientação dessas células também pode ser sensível ao contexto. Por exemplo, quando uma única linha é apresentada bem no centro de seu campo visual em uma tela que, de outra forma, estaria vazia, por definição um neurônio “vertical” disparará mais para uma linha vertical do que para uma linha “inclinada”. Porém, esse mesmo neurônio poderia disparar mais para uma linha inclinada no contexto de uma tela repleta de linhas “com inclinação invertida”.[37]

A sensibilidade ao contexto em termos neurais é responsável, em última instância, pela nossa habilidade em utilizar o contexto para extrair sentido da enxurrada de informações que chegam aos nossos órgãos sensoriais com rapidez. Porém, nossa requintada sensibilidade ao contexto sem dúvida nos incentivará a favorecer a opção em que 1/3 das pessoas vivem sobre a de que 2/3 das pessoas morrem porque a vida fornece um contexto muito mais acolhedor do que a morte.

As decisões que moldam nossa vida resultam de dois sistemas neurais bem complementares. O automático é rápido e inconsciente, e se baseia, em grande parte, na arquitetura associativa do cérebro.

Esse sistema é o mais emocional e atende quando as coisas soam boas ou ruins, justas ou injustas, razoáveis ou arriscadas.[38] O segundo, o sistema reflexivo, é consciente, requer esforço e está em sua melhor situação quando é beneficiado por anos de prática e aprendizado.

O sistema automático pode aprender a reavaliar pressupostos estabelecidos, mas em geral requer a tutela do sistema reflexivo. Quando éramos crianças, presumíamos de maneira automática que havia mais leite no copo alto e magro do que no copo baixo e gordo. Parte de nosso desenvolvimento cognitivo normal envolve corrigir inúmeras concepções equivocadas do sistema automático, mas alguns bugs permanecem.

Alguns de nossos desvios irracionais são com certeza atribuíveis ao fato de o cérebro ter sido programado para operar em ambientes muito diferentes daqueles em que vivemos hoje. Porém, talvez a principal explicação para alguns dos desvios cognitivos, como o enquadramento e a ancoragem, esteja no fato de eles serem consequência inevitável de uma das principais funções do sistema automático: o de fornecer, com rapidez e sem esforço, o contexto necessário para as nossas decisões. Na maior parte do tempo, o contexto é a fonte de informações valiosas. Nossa sensibilidade ao contexto é um motivo para o cérebro humano ser um dispositivo computacional com flexibilidade e adaptação primorosas. (Uma das deficiências mais notórias da atual tecnologia da computação está no grau de sua insensibilidade ao contexto.) A sensibilidade superior do cérebro ao contexto é consequência direta de seu hardware. Em um dispositivo definido por sua rica interligação, a atividade em um grupo de neurônios deve influenciar o que acontece com os outros. Pelo fato de a sensibilidade ao contexto ser inconsciente e estar no núcleo de nosso hardware neural, ela é um recurso difícil, senão impossível, de desligar, mesmo quando ficamos melhor ao ignorarmos as pistas contextuais. Mas isso não deveria nos impedir de aprender quando utilizamos o sistema reflexivo para assegurar que nossos desvios cognitivos não estejam sendo explorados em nosso detrimento, o que ocorre muitas vezes no caso do marketing, como veremos no próximo capítulo.

O bug da publicidade

A receptividade das grandes massas é bastante limitada; sua inteligência é pequena, mas seu poder de esquecimento é enorme.
Como consequência, toda propaganda eficaz deve ser limitada a poucos pontos e insistir nesses slogans até que o último membro do público entenda o que você quer.
Adolf Hitler

Como muitas crianças, aprendi os princípios fundamentais do capitalismo em tenra idade: a maioria das coisas boas da vida - doces, skates, filmes, vídeo game, bicicleta - só poderia ser obtida em troca de pedaços de papel verdes retangulares e difíceis de conseguir. Porém, a televisão é que era desconcertante para mim: era interessante, me entretinha por horas e, até onde podia entender, era totalmente gratuita. Por que todas essas pessoas legais nas redes de televisão se dão ao trabalho de fazer esses programas e colocá-los no ar em prol da minha diversão? Após ser consultado, meu pai me explicou, com toda paciência, que não era 100% gratuita de fato: as empresas davam dinheiro para as redes de TV transmitirem os comerciais que, por sua vez, persuadiam os espectadores a comprar certos produtos. Meu primeiro pensamento foi: *malditos!* Eu nunca havia comprado qualquer produto que via na TV e, com certeza, não pretendia comprar agora que fiquei sabendo do esquema abominável de controle da mente. Com certeza, na

época, e ainda hoje, meus gostos e desejos eram e são moldados pelo marketing e pela publicidade.

Como acontece com muitos homens, quando pedi minha esposa em casamento, presenteei-a com um anel de noivado de diamante. Ao fazer isso, bem lá no fundo, eu supunha que estava fazendo parte de séculos de uma antiga tradição, iniciada, pelo que tudo indica, por algum pretendente medieval apaixonado que, por algum motivo, esperava que uma linda pedra lhe ajudasse a atrair o objeto de sua afeição. Nem tanto. Embora houvesse uma longa tradição de se dar anéis de noivado como compromisso de casamento, o costume de dar anéis de diamante, como conhecemos hoje, foi, em grande parte, fabricado por uma das campanhas de marketing mais eficazes da história.[1]

No início do século XX, a venda de diamantes estava caindo com muita rapidez. Os diamantes tinham poucas aplicações práticas e seu valor monetário se baseava na crença de que eram raros e desejados. Isso representou um problema grave para a única empresa que, em essência, possuía controle completo sobre o mercado de diamantes, a De Beers. Em 1938, a De Beers contratou a agência de publicidade N.W. Ayer para resolver o problema. Ayer propôs que seria possível ampliar as vendas se as atitudes sociais com relação aos diamantes fossem remodeladas, o que poderia ser feito pela gravação da associação entre diamantes e amor na mente coletiva das pessoas e pela persuasão de homens e mulheres jovens a verem o anel de noivado de diamante como parte central do envolvimento romântico. Além de revistas que mostravam estrelas de cinema usando diamantes, a agência negociou que os filmes de Hollywood incorporassem nos roteiros os anéis de noivado de diamantes (o merchandising nos filmes não é novidade de Hollywood). De certa maneira, a campanha atingiu seu auge quando um redator de publicidade da Ayer cunhou o slogan eterno: “Um diamante é para sempre” (a Ayer também produziu o slogan “Seja tudo o que você pode ser” para o Exército dos Estados Unidos).[1]

A abordagem foi bastante inovadora na época. Eles não estavam divulgando uma marca específica ou mesmo um produto. O objetivo era incutir na psique social a noção de que os diamantes

representam o símbolo do amor eterno. De certa forma, o objetivo era explorar a arquitetura associativa do cérebro para fazer os neurônios ativados pelos conceitos de “amor” e “casamento” abrirem uma linha direta de comunicação com os neurônios “diamante” (isto é, os neurônios que codificam o conceito de “diamantes”). Em 1941, as vendas de diamantes aumentaram 55% e, 20 anos depois, a agência Ayer concluiu que “para esta nova geração, um anel de diamante é considerado uma necessidade para compromissos sérios por quase todas as pessoas”.[2] Com o passar das décadas, as campanhas da De Beers foram sendo adaptadas para novas circunstâncias. As campanhas iniciais enfatizavam o tamanho dos diamantes (quanto maior, melhor). Nos anos 1960, porém, novas minas de diamante descobertas na Sibéria produziam grande quantidade de diamantes um tanto pequenos. A solução foi fazer propaganda do “anel da eternidade” - um anel cravejado de pequenos diamantes como símbolo de amor renovado. Consideradas em conjunto, as estratégias de campanha da De Beers foram absolutamente brilhantes. Ao associar o amor eterno aos diamantes, os profissionais de marketing conseguiram não apenas aumentar as vendas como diminuir drasticamente o mercado de segunda mão de diamantes. A desvantagem de ter um produto que dura para sempre é o fato de ele durar para sempre. Alguém pode vender o produto em perfeitas condições em qualquer momento no futuro. No entanto, os diamantes dentro de caixas de joias têm simbolizado o amor por décadas. Que tipo de pessoa venderia um símbolo do amor e quem compraria amor usado?

A publicidade e sua irmã ideológica, a propaganda, aparecem em muitas formas e sabores; desde grosseiros sinais de néon piscando aos produtos sutilmente incorporados no cenário ou roteiro de um filme e chegam às campanhas políticas concebidas para promover um candidato ou ideologia. Em cada caso, o objetivo é moldar nossos hábitos, desejos e opiniões. O morador médio de uma cidade moderna está sujeito a um bombardeio incessante de marketing multissensorial. Nosso sistema visual é alvo de uma avalanche de informações que poderiam induzir a convulsões nos inocentes cérebros de nossos ancestrais - publicidade em cinemas,

na internet, nos outdoors, nos ônibus, metrôs e até mesmo em telas de LCD em elevadores e em cima das bombas de gasolina. De forma semelhante, nosso sistema auditivo fica submetido a anúncios na TV, comerciais de rádio e telefonemas de telemarketing. Sem termos consciência, nosso olfato é alvo de variações ajustadas com sofisticação, de aromas cítricos e de baunilha, com o objetivo de nos estimular a comprar roupas ou a permanecer mais tempo em um cassino. Com a publicidade direta, como comerciais de televisão, outdoors e mala direta, as pessoas em geral estão cientes de que os profissionais de marketing tentam, o tempo todo, convencê-las a comprar, comer ou vestir o que quer que esteja sendo divulgado. No entanto, o grau até onde vai a visão de longo prazo das campanhas de marketing muitas vezes não é bem avaliado. Algumas não são concebidas para dar retorno em semanas ou meses, mas ao longo de anos e décadas. Conforme explicou Edward Bernays (considerado por alguns o pai das técnicas modernas de publicidade) no livro *Propaganda,* publicado em 1928:

> Se, por exemplo, eu quiser vender pianos, não é suficiente assolar o país com um apelo direto do tipo: “Compre um piano Mozart agora. É barato. É usado pelos melhores artistas. E dura muitos anos” (...). O publicitário moderno passa a trabalhar, portanto, criando circunstâncias que interfiram nesse costume. Ele apela, talvez, ao instinto caseiro, que é fundamental. Ele se esforça para desenvolver uma aceitação do público da ideia de ter uma sala de música dentro de casa. Isso ele pode fazer, por exemplo, ao organizar exposições periódicas de salas de música projetadas por decoradores bastante conhecidos que, por si só, exerçam influência nos grupos compradores (...). Sob a antiga arte de vender, o fabricante dizia para um possível comprador: “Por favor, compre um piano.” A nova arte de vendas inverteu o processo e fez o possível comprador dizer para o fabricante: “Por favor, me venda um piano.”[3]

Bernays, sobrinho de Sigmund Freud, usou a visão do tio de que todos têm desejos inconscientes ocultos como ferramenta para vender e manipular as massas. Sua ideia fundamental era que as pessoas não sabem necessariamente o que querem. Nossos gostos e opiniões podem ser moldados, e podemos ser convencidos de que precisamos ou queremos roupas melhores, utensílios de cozinha, cigarros, pianos, e assim por diante. Os princípios de Bernays influenciaram bastante o marketing e a política. De fato, diz-se que Joseph Goebbels, Ministro da Propaganda na Alemanha nazista, foi muito influenciado por Bernays.[4]

Nos Estados Unidos, as empresas investem anualmente mais de $100 bilhões para nos convencer a gastar trilhões de dólares em seus produtos. É difícil medir a eficácia dessas campanhas, mas conforme exemplificado pela campanha “um diamante é para sempre”, em alguns casos elas são tão bem-sucedidas que mudam a própria estrutura de nossa cultura. As campanhas de cigarro, no início do século XX, e as de água engarrafada, no final do século, são outros exemplos de como o marketing pode ser bem-sucedido. No primeiro caso, fomos persuadidos a comprar um produto que, além de ter pouca função ou benefício real, mostrou-se mortal em longo prazo. No segundo caso, fomos seduzidos a pagar por um produto que, em essência, podemos obter gratuitamente. A maioria das pessoas não consegue distinguir entre a água de torneira e a engarrafada, muito menos entre marcas de água engarrafada (por isso é raro ouvirmos falar de uma empresa de água engarrafada que proponha um teste cego de sabor).[5]

A presença universal do marketing no mundo moderno é consequência direta de seu sucesso, ou seja, de nossa suscetibilidade a ele. Considerando que o que é bom para os profissionais de marketing muitas vezes não é o melhor para nós como indivíduos (como demonstrado pelas 100 milhões de mortes relacionadas ao cigarro no século XX),[6] seria razoável perguntar por que o marketing é uma técnica tão eficaz de controle da mente. As respostas são várias e complexas, mas, neste capítulo, analisaremos duas características do sistema operacional neural que são exploradas pelos profissionais de marketing. A primeira

refere-se à imitação, e a segunda nos traz de volta para a arquitetura associativa do cérebro.

PUBLICIDADE ANIMAL

Filósofos e cientistas têm apresentado uma lista bastante rica e em constante mudança das habilidades mentais que distinguem os homens dos outros animais: raciocínio, linguagem, moralidade, empatia, crença em Deus, interesse em futebol, e assim por diante. De fato, o psicólogo Daniel Gilbert observou, com bom humor, que todo psicólogo sente necessidade de estabelecer uma teoria sobre qual seria a característica exclusiva que nos faz humanos.[7] Ele próprio sugere que a habilidade de pensar, planejar e se preocupar com o futuro seria um privilégio (ou maldição) exclusivo dos humanos. Minha própria teoria de estimação sobre o que nos distingue é que somos a única espécie do planeta suficientemente estúpida para trocar nossos limitados recursos por um produto que, em alguns países, como Portugal, vem com o aviso escrito no maço "Fumar Mata", em letras garrafais.[8]

Podemos treinar ratos de laboratório para pressionar alavancas em troca de comida ou mesmo para trabalhar mais com o intuito de conseguir sucos saborosos em vez de água, mas suspeito que eles não estejam dispostos a trabalhar mais para conseguir água engarrafada Fiji em vez da água de torneira da cidade de Nova York. Entretanto, muitos comportamentos humanos estão presentes, pelo menos de forma rudimentar, no restante do reino animal. Assim, vale a pena perguntar se os outros animais demonstram ter algo parecido com a nossa suscetibilidade pela publicidade.

Vamos supor que, se fornecermos para um rato de laboratório duas pequenas tigelas com tipos diferentes de cereais matinais de chocolate (digamos Cocoa Puffs e Cap'n Crunch), ele consumirá em média quase a mesma quantidade de ambas. Você acha que existe algum tipo de campanha de marketing que poderíamos lançar para os roedores com o objetivo de manipular a preferência do rato por um dos dois cereais? Acontece que, se deixarmos o rato passar um tempo com outro que tenha passado o dia comendo Cocoa Puffs

(porque ninguém lhe deu uma tigela de Cap'n Crunch), quando diante da escolha inicial nosso rato mostrará preferência por Cocoa Puffs. Você pode chamar isso de pressão social, plágio ou imitação, mas os psicólogos denominam *preferência por alimento socialmente transmitida*.[9] O valor adaptativo dessa forma de aprendizado é óbvio. Quando um de nossos ancestrais se deparou com dois arbustos, um com morangos, outro com amoras, sem saber qual deles seria seguro comer, se viu em um dilema. No entanto, ao se lembrar de que, logo abaixo, no rio, viu Ug bastante saudável e satisfeito com o rosto manchado de vermelho, faria bastante sentido seguir os mesmos passos de Ug e comer os morangos.

O aprendizado pela observação e imitação pode ser um recurso bastante valioso do cérebro. É pela imitação que aprendemos a nos comunicar, desenvolver habilidades motoras, obter alimentos, interagir com os outros e executar outras tarefas necessárias para a sobrevivência, assim como resolver muitos dos pequenos problemas que enfrentamos no dia a dia. Quando tive dificuldades para comprar passagens no metrô de Tóquio, recuei um pouco para observar e aprender com as pessoas ao redor. Qual botão deve ser apertado na máquina de bilhetes? Como utilizar o cartão de crédito? O bilhete deve ser guardado após passar pela catraca (aprendi a prestar atenção a esse "detalhe" depois de ficar temporariamente preso no metrô de Paris ao tentar sair da estação sem o bilhete)?

Os homens e outros primatas exibem várias formas de aprendizado que envolvem a observação de outros e que recebem diversos nomes: *aprendizado por imitação, aprendizado social* ou *transmissão cultural.* O que muitos consideram o primeiro exemplo documentado de aprendizado cultural entre os primatas começou com uma macaca esperta que vivia em uma colônia de macacos japoneses na ilha de Koshima. Ela teve a ideia de levar sua batata-doce coberta de sujeira até o rio para lavar antes de comer. Ao observar isso, outros macacos de mente aberta adotaram a ideia. No final, a lavagem das batatas passou a ser viral (pelo menos nos padrões dos macacos) e, depois de alguns anos, muitos macacos estavam comendo batatas limpas e levemente salgadas. Embora haja controvérsias sobre se o ritual de lavagem das batatas dos

macacos de Koshima seria um exemplo verdadeiro de transmissão cultural, é claro que os homens não são os únicos animais a se envolverem em imitação e aprendizado social.[10]

Sem dúvida, a esperança dos profissionais de marketing é a de que, após assistirmos a um comercial com um grupo de pessoas bonitas apreciando determinada marca de cerveja, imitaremos esses “demonstradores”. Considerando o fato de o marketing apelar para a imitação, pode-se dizer que outros animais poderiam ser manipulados por ele. No caso do rato observador, a única diferença entre a campanha de marketing dos roedores para Cocoa Puffs e a preferência por alimentos transmitida pela sociedade é que o rato demonstrador seria pago para fazer uma campanha que tentasse comercializar Cocoa Puffs para ratos.

Um componente da publicidade se baseia na capacidade de o profissional de marketing explorar a propensão natural do cérebro à imitação e ao aprendizado social. No entanto, o marketing é muito mais complexo do que apenas contar com o fato de que “as pessoas veem, as pessoas fazem”.[2] Qualquer pessoa que tenha visto televisão por mais de alguns milissegundos sabe que as propagandas estão repletas de pessoas atraentes, felizes e aparentemente bem-sucedidas. Se vamos imitar alguém, faz sentido imitarmos os que parecem populares, bem-sucedidos e desejáveis (moradores de rua quase nunca aparecem em comerciais ou iniciam uma nova tendência). Ao longo da história, os comercias de cigarros, por exemplo, têm mostrado pessoas jovens, atraentes, sérias e bem-sucedidas, que exercem profissões confiáveis e prestigiosas. De fato, até os anos 1950, os médicos em geral apareciam nos anúncios de cigarros. Quem melhor do que um médico para lhe garantir que fumar é saudável?

Será que de fato temos uma tendência inerente a prestar mais atenção (e imitar) os indivíduos que estejam em posição superior na escala social? Os outros animais também seriam mais propensos a imitar os “bem-sucedidos” de seu próprio grupo? Muitas espécies estabeleceram hierarquias sociais em que alguns indivíduos predominam sobre outros. Em ratos, a posição dominante pode ser traduzida em primazia sobre os alimentos e parceiros sexuais. Nos

chimpanzés, a posição dominante se traduz em mais alimentos, parceiros sexuais e privilégios para ser afagado (e na necessidade de se proteger o tempo todo). Embora o assunto não esteja totalmente estabelecido, vários estudos indicam que alguns animais apresentam de fato maior probabilidade de observar e imitar os membros de seu grupo em posição dominante. Por exemplo, no caso da preferência por alimentos socialmente transmitida, um rato observador tem maior probabilidade de preferir o sabor da comida que detecta no hálito de um demonstrador em posição dominante do que em um demonstrador subordinado.[11] Em outras palavras, os ratos, da mesma forma que os homens, parecem preferir comer o que a classe alta come.

O especialista em primatas Frans de Waal nos dá um relato interessante sobre a imitação preferencial em uma colônia de chimpanzés em que o macho dominante havia cortado sua pata e estava mancando em consequência. Logo, os machos jovens impressionáveis do grupo começaram a imitá-lo. Essa é uma forma de lisonja que dificilmente ocorreria se um macho não dominante tivesse se machucado.[12] Se os primatas de fato apresentam propensão a imitar de preferência os indivíduos dominantes em um grupo social, talvez eles tenham tendência a acompanhar a vida dos ricos e famosos de forma seletiva.

De fato, isso parece ser verdade, como foi demonstrado em um estudo inteligente com macacos resos. Da mesma forma que ocorre com muitos outros primatas, esses macacos conseguem ser treinados para exercer seu livre arbítrio quando podem escolher entre duas opções, como suco de laranja ou de uva. O macaco é treinado para manter o olhar fixo no centro de uma tela de computador e para mudar o olhar para a esquerda ou para a direita quando uma luz se acende. Se o macaco olhar para a esquerda, recebe um pouco de suco de uva; se olhar para a direita, recebe um suco de laranja. Se, após vários testes, for revelado um claro desvio para a direita, podemos concluir que ele prefere suco de laranja ao de uva.

Alguns pesquisadores utilizaram uma variação desse procedimento de *escolha forçada entre duas alternativas* para

descobrir se os macacos gostavam de olhar para seus iguais. Primeiro, deram aos macacos a possibilidade de escolha entre mais suco, se olhassem de determinada maneira, e menos suco, se olhassem de outra. Não é surpresa o fato de eles terem exibido um forte desvio na direção da recompensa maior. Em seguida, receberam a opção de uma dose menor de suco junto com imagens de outros macacos. Assim, se o macaco olhasse para a esquerda, significaria que obteria bastante suco e, se olhasse para a direita, receberia menos suco *e* veria uma imagem. Essas imagens poderiam ser apenas de rostos de outros macacos ou pornografia de macaco (imagens dos traseiros das macacas). Dada a opção entre bastante suco ou pouco suco mais a visão de algumas imagens, eles preferiram a última. Parece incrível que, no caso de imagem de rostos, esse resultado só tenha sido verdadeiro quando as imagens foram de machos dominantes. Eles estavam dispostos a sacrificar um pouco de suco para dar uma olhada nos indivíduos acima deles na hierarquia social, mas não fariam o mesmo para os que estavam abaixo.[13] É difícil não fazer uma analogia com o fato de os seres humanos trocarem o próprio suco pela oportunidade de olharem fotos e ficarem sabendo de notícias sobre os ricos e famosos em revistas e tabloides dedicados a acompanhar a vida das celebridades. A condição prévia para aprender com os indivíduos das classes sociais mais altas é que eles precisam ser observados. A disposição do macaco em desistir de um pouco de suco para olhar para os membros dominantes do grupo ajuda, ao que parece, a estabelecer o cenário para o aprendizado social e para a imitação preferencial.

A aprendizagem pela observação dos compatriotas é uma habilidade presente em algumas espécies diferentes. Os hábitos alimentares de um rato podem ser influenciados pelo que os outros membros do grupo estejam comendo, e as aves canoras aprendem a aperfeiçoar o canto ouvindo o progenitor. Entretanto, em ambos os casos, não é, na verdade, o comportamento que está sendo aprendido, mas um comportamento preexistente está sendo modulado ou ajustado pela observação. Os ratos que nunca viram outro indivíduo comendo, com certeza irão comer, e os pássaros

canoros que nunca ouviram o canto de outro pássaro também cantarão, mas não tão bem. Em primatas, e nos seres humanos, sobretudo, o aprendizado imitativo está em um segmento próprio. A maioria dos macacos não vai começar a lavar batatas por si só, e nenhuma criança aprenderá a explorar com sucesso o descampado australiano ou a falar, sob esse ponto de vista, sem uma grande quantidade de observação e imitação.

Com algumas possíveis exceções, o verdadeiro aprendizado social de comportamentos totalmente novos pode estar restrito aos primatas. Conforme sugerido pelo trabalho do neurocientista italiano Giacomo Rizzolatti *et al.,* o cérebro primata pode ter especializado o hardware neural na imitação e no aprendizado social. Em uma série de experimentos, Rizzolatti e seus colegas registraram a atividade dos neurônios em parte do córtex frontal de macacos acordados. O desafio para os que estudam o cérebro, sobretudo os territórios corticais desconhecidos, é descobrir o que o neurônio que está sendo registrado faz para viver - o que provoca seu disparo? Eles contam ter notado que os neurônios que passaram a monitorar a partir de determinado dia começaram a disparar quando o experimento conseguiu captar um motivo. No final, essa observação inicial levou à descrição de uma classe de neurônios que disparam quando o animal testemunha outros que estejam realizando determinado ato, como o de trazer um copo à boca. Por incrível que pareça, esses mesmos neurônios disparam quando o animal realiza o mesmo ato. Por isso, esses neurônios foram chamados de *neurônios- espelho*.[14] A descoberta de um sistema de neurônios-espelho no cérebro dos primatas forneceu forte apoio para a ideia de que a capacidade de imitar, e de aprender por imitação, teria desempenhado um papel fundamental na evolução humana, e reforça a noção de que os seres humanos são programados para imitar seus semelhantes.[15]

É fácil subestimar o grau com que a imitação está entranhada no cérebro dos seres humanos, não por não ser importante, mas por ser tão importante que, como a respiração, passa a ser automática e inconsciente. Sem necessidade de persuasão, os bebês imitam os pais, seja quando estão esfregando o chão ou falando ao celular.

Ver alguém bocejar em geral resulta em imitação; por isso dizemos que o ato de bocejar é contagioso. Imitamos o sotaque uns dos outros. Quando uma pessoa muda de uma costa dos Estados Unidos para outra, o sotaque original vai desaparecendo aos poucos. Mesmo de forma inconsciente, imitamos as posturas corporais dos outros em reuniões.[16] Também tendemos a prestar mais atenção nas ações das pessoas com quem compartilhamos nossa própria cultura, raça e interesses. As agências de publicidade são criteriosas quando buscam atores para os anúncios, certificando-se de que estejam relacionados com o público-alvo, de forma que os atores em comerciais que visam a venda de cigarros para uma mulher negra tenham pouco em comum com os atores de anúncios dirigidos para homens brancos.

Se não fôssemos exímios imitadores, a cultura moderna nem existiria. Assim, a imitação é um recurso inestimável do cérebro. Porém o bug cerebral reside no fato de que nossa propensão a imitar muitas vezes faz generalizações sem qualquer critério, o que produz decisões ruins e a oportunidade para que outros manipulem nosso comportamento de acordo com seus próprios propósitos. Os macacos que aprenderam a lavar batatas a partir da observação do primeiro macaco que o fez foram espertos o suficiente para se concentrarem no comportamento relevante, pois não passaram a imitar a posição do rabo ou o estilo do pelo do inventor. Quando imitei meus companheiros de viagem no metrô de Tóquio, não saí para comprar um casaco antes de pegar o bilhete porque todos os outros homens que vi estavam usando casacos parecidos. De forma semelhante, quando Dick Fosbury revolucionou o salto em altura pulando de costas sobre a barra, em 1968, seus imitadores logo copiaram o estilo de salto e não a marca do tênis que ele usava ou o estilo do corte de cabelo. Mas quando Michael Jordan, Ronaldinho ou Tiger Woods anunciam um produto, a publicidade moderna nos estimula a sair e comprar a cueca, o laptop ou a bebida isotônica que eles parecem usar. Racionalmente sabemos que o sucesso de Michael Jordan não tem nada a ver com cueca. Assim, parece que nossa propensão a adquirir produtos anunciados por celebridades está mais relacionada com os caprichos dos programas neurais, que

evoluíram para estimular a imitação daqueles em posição superior na escala social.

FABRICANDO ASSOCIAÇÕES

No Capítulo 4, vimos que Pavlov foi o primeiro a demonstrar os princípios do condicionamento clássico ao estabelecer a associação entre o som de um sino e o alimento no cérebro dos cachorros, relacionando repetidas vezes o sino com a comida. Quando se trata de marketing, todos somos os cachorros de Pavlov.

Muitos estudos têm enfatizado o papel do condicionamento clássico no marketing. O produto pode ser interpretado como o estímulo condicionado, e as coisas que naturalmente suscitam atitudes positivas, como lindos cenários, música agradável ou celebridades sensuais, como o estímulo não condicionado.[17] No entanto, o marketing envolve um conjunto complexo de estímulos, emoções, expectativas e conhecimento previamente adquirido. Assim, podemos pensar sobre até que ponto as formas mais simples do marketing se ajustam à estrutura tradicional do condicionamento clássico. Porém, independentemente do tipo preciso de aprendizado explorado pelas campanhas de marketing, fica claro que ele se baseia sobretudo na capacidade do cérebro de criar associações.[18] Uma maneira de testar até que ponto o marketing tem sido bem-sucedido em seu objetivo é brincar de novo com o jogo de associação livre. O que a expressão “just do it” o faz lembrar? Se o fizer lembrar uma companhia de equipamentos esportivos é porque a Nike conseguiu configurar algumas das sinapses em seu cérebro.

Em 1929, uma mulher chamada Bertha Hunt contratou um grupo de mulheres jovens e atraentes para acender cigarros durante o popular Desfile de Páscoa na cidade de Nova York. Na época, fumar era visto, em essência, como uma atividade masculina, e poucas mulheres fumavam em público. O fato chamou a atenção da imprensa e foi mencionado na primeira página do *The New York Times* do dia seguinte.[19] Em uma entrevista, Bertha Hunt afirmou que se tratava de uma manifestação feminista e se referiu aos

cigarros como “tochas da liberdade”. Embora o ato talvez tenha representado um passo equivocado na direção da igualdade, o gesto não foi de fato inspirado pelo desejo de avançar o movimento pela igualdade de direitos. Bertha Hunt era, na verdade, secretária de Edward Bernays, que havia sido recém-contratado por George Hill, presidente da American Tobacco Corporation, para lidar com o fato de que os cigarros eram, sobretudo, fumados por homens e que havia um tabu social contra as mulheres fumantes. É óbvio que, se esse tabu fosse superado, a American Tobacco Company iria instantaneamente dobrar seu público-alvo potencial. O golpe publicitário de Bernays teve grande sucesso. Após ter associado na mente do público o ato de fumar ao movimento feminista, e os cigarros à liberdade, houve rápido aumento das vendas de cigarros entre as mulheres.

Muito do que aprendemos é absorvido de forma inconsciente pela tendência de o cérebro ligar conceitos que ocorrem juntos. Conforme discutimos no Capítulo 1, o cérebro organiza o conhecimento semântico sobre o mundo ao criar ligações entre conceitos relacionados, e uma das principais pistas sobre se dois conceitos são relacionados é o fato de tenderem a acontecer ao mesmo tempo. O marketing explora a propensão do cérebro a construir essas associações, mas as empresas não podem se dar ao luxo de esperar que as associações entre seus produtos e os conceitos positivos surjam naturalmente. Elas precisam garantir que iremos vivenciar essas associações por meios artificiais, isto é, pela publicidade. Eu “sei” que Frosted Flakes são “ótimos”, que Budweiser é “a rainha das cervejas” e que “um diamante é para sempre”. Porém, nenhuma parte desse “conhecimento” foi adquirida por uma experiência original. Na verdade, ele foi incorporado por mim aos poucos, por meio de uma exposição repetitiva a slogans de marketing.

Os estudos têm confirmado que a junção de produtos fictícios com estímulos agradáveis aumenta o desejo pelo produto. Em um estudo, perguntou-se a estudantes se uma música específica seria adequada para a campanha de publicidade de uma caneta. Metade dos estudantes ouviu uma música que pudessem achar legal

("música popular") e metade ouviu uma música de que não deveriam gostar (música clássica indiana). Enquanto ouviam a música, eles viam a imagem de uma caneta colorida (azul ou bege). No final da avaliação, cada estudante recebeu uma caneta pela participação no estudo, cuja cor pôde escolher (azul ou bege). Em outras palavras, cada estudante pôde pegar a cor que foi apresentada junto com a música ou uma cor "nova". Cada coluna na tabela a seguir mostra as escolhas, de acordo com a música que ouviram.

	COR APRESENTADA	COR NOVA
Música popular	78%	22%
Música clássica indiana	30%	70%

Dos estudantes que ouviram a música popular, 78% escolheram a cor da caneta que viram enquanto ouviam a música (azul ou bege, dependendo do grupo). Em contrapartida, somente 30% dos que ouviram música clássica indiana escolheram a cor de caneta que viram durante o experimento.[20]

Alguma vez você já se pegou indo em direção à geladeira, da loja ou do restaurante, ou talvez até mesmo salivando após ouvir um jingle ou ver a marca de seu salgadinho favorito? É provável que estudos científicos não sejam necessários para estabelecer que slogans, pacotes e jingles que as empresas usam podem ser eficazes para moldar seus hábitos de compra. No entanto, seria útil analisar alguns estudos científicos sobre como as associações conseguem moldar nossos gostos e percepções. Em um estudo, os pesquisados receberam, a princípio, cinco sabores diferentes de líquidos e tiveram de classificá-los pela ordem de preferência. Durante essa fase do experimento, os pesquisados estavam em um scanner do cérebro, que permitiu aos investigadores medir as mudanças na atividade cerebral. Como os pesquisadores esperavam, a atividade na parte do cérebro envolvida na estimulação, o mesencéfalo ventral, foi maior quando os participantes experimentaram o sabor de que gostaram.[21] Em

seguida, os participantes foram submetidos a um paradigma de condicionamento clássico. Os pesquisadores mostraram uma imagem visual (elementos geométricos de cores diferentes, que chamarei de logos) com cada sabor. Cada logo foi apresentado por cinco segundos e, quando desaparecia, os participantes recebiam um gole de cada sabor. Por exemplo, uma estrela verde podia aparecer junto com o suco de cenoura, e o círculo azul, com o suco de laranja. Como era de se esperar, os pesquisados aprenderam a associar cada logo a cada sabor. Mas não aprenderam apenas a associação declarativa consciente, como "Eis a estrela verde, lá vem o suco de cenoura". Em vez disso, as imagens pareciam adquirir alguns dos aspectos desejáveis dos sabores preferidos no nível inconsciente. Por exemplo, o tempo de reação dos participantes para apertar o botão quando o logo era apresentado foi menor para os logos que acompanhavam os sabores de maior classificação, e a atividade no mesencéfalo ventral (medida antes da entrega do líquido) também foi maior para o logo associado ao líquido preferido dos pesquisados. Em outras palavras, de forma consistente com a arquitetura associativa do cérebro, um estímulo sensorial arbitrário conseguiu produzir assinaturas neurais semelhantes às dos objetos reais desejados. Pode-se dizer que os pesquisados desenvolveram atitudes ou sentimentos mais positivos em relação aos logos associados a seus sucos preferidos.

Esses experimentos se baseiam no aprendizado associativo de *primeira ordem*: uma conexão direta é feita entre um estímulo inicialmente neutro (o logo) e um estímulo agradável (o sabor preferido). Porém, em muitos casos, as relações entre pacotes, marcas, logos, slogans e a percepção do desejo em relação a eles são mais complexas e se baseiam nas chamadas associações de segunda ordem. Nesses casos, a "positividade" do estímulo é transferida para outro estímulo por um intermediário. A Figura 7.1 resume um experimento dessa "transferência", realizado com crianças de 5 anos. Nesse estudo, as imagens neutras, como um quadrado ou um círculo, são apresentadas junto com imagens que contenham algum significado, como o Ênio da *Vila Sésamo* ou um bebê chorando. A imagem de Ênio procurava representar um

estímulo positivo, enquanto a do bebê chorando, um estímulo negativo (como as crianças podem ser imprevisíveis quanto ao que gostam ou não, depois do estudo os pesquisadores perguntaram qual imagem elas preferiram). As crianças também aprenderam a associar o quadrado e o círculo a dois ícones adicionais neutros, que, de novo, podem ser vistos como dois logos. Por exemplo, as crianças aprenderam que, quando viam um quadrado e recebiam a opção de pegar a foto de Ênio ou do bebê chorando, deveriam pegar a de Ênio. Elas aprenderam as seguintes relações completas: quadrado → Ênio, círculo → bebê chorando, logo A → quadrado, logo B → círculo. Por fim, pediu-se que as crianças de 5 anos escolhessem entre duas garrafas da mesma limonada, uma rotulada com o logo A e a outra com o logo B; 91% das crianças quiseram a garrafa com o ícone que havia sido apresentado com a imagem de que gostaram mais (em geral, a do Ênio).[22]
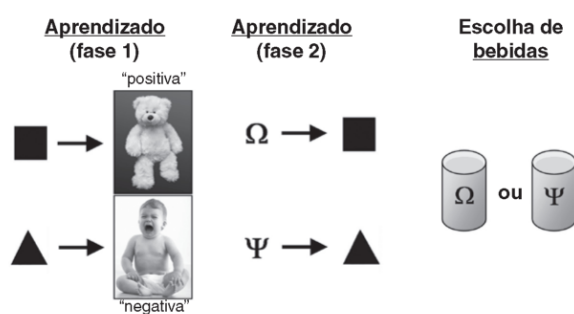
Figura 7.1 Um experimento de transferência de preferência com crianças: a princípio, foi ensinado às crianças de 5 anos quais das duas formas acompanhavam uma imagem correspondente - uma imagem "positiva" (Ênio) e uma "negativa" (bebê chorando). Em seguida, elas aprenderam que cada um dos dois símbolos ("logos") vinha junto com uma das formas. Por fim, pediu-se que as crianças escolhessem uma garrafa de limonada rotulada com os logos. A maioria das crianças escolheu a limonada com o logo que estava indiretamente associado à imagem "positiva" (Ênio).

Você pode atestar a relevância desses estudos para entendermos o motivo de o cérebro humano ser vulnerável ao marketing. Em algum lugar dentro do cérebro das crianças, seus

circuitos neurais formaram ligações entre quadrado → Ênio e logo A → quadrado, criando uma relação de segunda ordem: logo A → quadrado → Ênio. Após o estabelecimento dessas relações, quando diante da decisão sobre qual garrafa de limonada experimentar, essas ligações foram suficientes para desviar a escolha na direção da garrafa rotulada com o logo A; passou a ser sua “marca” preferida. Independentemente de essas associações terem sido adquiridas pelo marketing, por experiência em primeira mão ou ao acaso, elas podem influenciar nosso comportamento e decisão. Digamos que eu esteja em um supermercado e que tenha de escolher entre duas marcas de chá gelado. Os preços e os volumes são os mesmos, e uma marca é chamada Josu, enquanto a outra, Sujo. Sem pensar muito, decido comprar a Josu. Talvez, de forma inconsciente, Josu tenha um apelo maior para mim. Talvez pareça mais saudável porque Sujo tem outros significados em português. As palavras Josu e Sujo, embora completamente irrelevantes para a qualidade do chá gelado, podem possuir associações preexistentes específicas para cada consumidor. Se você estiver na Nova Zelândia, pode se sentir pouco disposto a escolher o refrigerante SARS,[3] ou o Pee Cola,[4] se estiver em Gana. Os nomes das marcas são fundamentais para o sucesso do marketing, e um nome neutro em um idioma pode estar carregado de associações negativas em outro. Por isso, muitas empresas se dedicam apenas à escolha de nomes para os produtos, garantindo que não seja ofensivo em um idioma específico. Observe que a discriminação contra as marcas Sars ou Pee Cola é irracional. Na verdade, me arrisco a dizer que são marcas que teriam desempenho acima da média se sobrevivessem apesar dos nomes. No entanto, devido à arquitetura associativa do cérebro, é inevitável que associações irrelevantes venham a interferir em nossas opiniões e percepções.

ASSOCIAÇÕES: UMA VIA DE MÃO DUPLA

Rótulos bonitos e melodias cativantes nos seduzem a comprar determinados produtos. No entanto, as associações são vias de mão dupla. Você deve se lembrar de que a ilusão de McGurk

demonstrou que o som “ouvido” por nós depende de nossos olhos estarem abertos ou fechados. Pelo fato de o som “ba” estar, em geral, associado ao ato de ver as pessoas abrirem e fecharem os lábios, se o sistema visual não vê os lábios se unirem o cérebro se recusa a acreditar que ouviu “ba”. O cérebro não pode deixar de cruzar características que em geral estejam associadas; a contaminação entre indícios relevantes e irrelevantes é inevitável. Por isso, inúmeros estudos mostram que o sabor do alimento é influenciado pela embalagem.

Em um estudo típico, pede-se que as pessoas em um supermercado experimentem algum alimento, e os pesquisadores solicitam que os consumidores avaliem o sabor de uma marca nacional bastante conhecida e de uma marca do supermercado. Claro que os pesquisadores fazem o velho truque da troca de embalagens. Ao experimentar a marca nacional, as pessoas a consideram melhor quando é servida na embalagem nacional, bastante conhecida, do que quando é servida em uma embalagem com marca genérica. De forma semelhante, ao experimentar a marca genérica, as pessoas a consideram melhor quando acreditam que venha da embalagem nacional.[23] A qualidade de diversos produtos, de uísques a maionese diet, é afetada pelas embalagens. E a de um desodorante altera a percepção de sua fragrância e durabilidade.[24] Os motivos para as embalagens alterarem a avaliação dos produtos são muitos, mas com certeza incluem as associações prévias estabelecidas pela experiência e pelo marketing. Além disso, cor, beleza ou enfeites de uma embalagem também podem afetar o julgamento de um produto.

A arquitetura associativa do cérebro prevê que qualquer indício que esteja consistentemente associado a um produto específico (incluindo logos, design, cor e embalagem) pode influenciar a percepção do produto real em termos sensoriais. Um indício muito associado à qualidade do produto é o preço, o que levanta a questão: o preço de um produto pode influenciar o sabor? Um dos muitos estudos destinados a responder a essa pergunta pedia que os pesquisados julgassem o sabor de tipos diferentes de vinhos, cada um identificado pelo preço. Eles receberam cinco amostras,

com os preços de $5, $10, $35, $45 ou $90, mas os participantes não sabiam que havia somente três tipos diferentes de vinho. Enquanto as etiquetas de $5, $35 e $90 refletiam o preço real de compra dos vinhos, as de $10 e $45 eram as dos vinhos de $90 e de $5, respectivamente, apresentados com preços fictícios.[25] Os pesquisados davam classificação muito maior quando lhes diziam que o vinho era de $45 do que quando lhes diziam que era de $5, e, da mesma forma, quando acreditavam que era de $90 em comparação ao de $10. Além disso, em um teste cego que não traz boas notícias para a sofisticação do paladar ou para a indústria do vinho, não houve preferência significativa pelos vinhos mais caros. Na verdade, houve ligeira preferência pelo mais barato.

A influência das associações entre preço e qualidade em nossos julgamentos também foi demonstrada por um estudo feito pelo economista comportamental Dan Ariely e seus colegas. Eles examinaram os efeitos do preço sobre a eficácia de um suposto analgésico. Os voluntários recebiam uma pílula do que lhes diziam ser um novo tipo de analgésico de efeito rápido, mas que, na verdade, era um placebo. A eficácia dessa pílula contra a dor foi medida por choques aplicados nos participantes antes e depois de tomarem a pílula. Já está bem estabelecido que os placebos podem ser muito eficazes (em si mesmo, uma fascinante característica/bug do cérebro), mas o objetivo desse estudo era determinar se o preço do medicamento alterava o efeito placebo. Metade dos participantes recebeu a informação de que o remédio custava $2,50 por pílula, e a outra metade, de que custava $0,10. De fato, no grupo com preço mais elevado, os participantes aguentaram voltagens mais altas do que no grupo com preço baixo, após tomarem a mesma pílula.[26]

A crença de que produtos melhores custam mais (isto é, a associação entre qualidade e custo) parece ser uma profecia autorrealizável. Ela nos força a acreditar que os itens mais caros são realmente melhores (mesmo quando não são), e a crença de que sejam melhores de fato os torna melhores. Com certeza, em muitos casos, os produtos superiores custam mais, mas tendemos a uma generalização excessiva e à suposição implícita de que o preço em si mesmo seja um indicador da qualidade. Esse bug cerebral

pode ser explorado pelas empresas que aumentam os preços dos produtos para nos convencer de que estamos comprando produtos de maior qualidade.

CHAMARIZES

Além da propensão do cérebro em aprender por imitação e construir associações entre os objetos e os conceitos aos quais ele está exposto, é provável que ainda haja muitos outros fatores que contribuam para nossa suscetibilidade ao marketing. Por exemplo, a simples exposição e a familiaridade com uma marca representam um longo caminho, pois nos sentimos mais confortáveis comprando marcas que reconhecemos. No entanto, as estratégias de marketing também se aproveitam de várias outras falhas mentais bem mais sutis. Um de meus exemplos favoritos é conhecido como *chamariz* ou *efeito atração.*

Imagine que você esteja comprando um carro novo e que restaram duas opções. Tudo é, em essência, idêntico entre eles, exceto por duas diferenças. O carro A tem consumo menor de combustível, 21 contra 17 quilômetros por litro. Mas o carro A também possui uma classificação menor de qualidade, 75 contra 85 (estamos presumindo que os automóveis tenham um tipo de classificação de qualidade objetiva e aceita por todos, conferida por pessoas imparciais). Qual você escolheria? Na verdade, não existe escolha certa ou errada, na medida em que a resposta depende de uma visão pessoal de como você estabelece um equilíbrio entre a qualidade e a eficiência no consumo de combustível. Agora, imagine que, em vez de duas opções, você tivesse três opções: os mesmos carros A e B, mais o carro C, que possui uma classificação de qualidade 80 e faz 17 quilômetros por litro. Em outras palavras, o carro C é, sem dúvida, pior do que o carro B porque tem o mesmo consumo de combustível e uma classificação de qualidade inferior (Figura 7.2). Você acha que a presença de uma opção C inferior altera sua escolha entre A e B? A resposta é afirmativa. Em um estudo, 39% dos pesquisados escolheram o carro B ao optarem entre A e B, mas 62% escolheram B ao optarem entre A, B e C. A

lógica seria que a adição de uma nova opção não deve nunca aumentar a probabilidade de escolha de uma das alternativas originais; seria o equivalente a escolher sorvete de chocolate quando houvesse a opção entre baunilha e chocolate, mas mudar para baunilha quando o sorveteiro informasse que também tem o sorvete de amêndoas.[27]
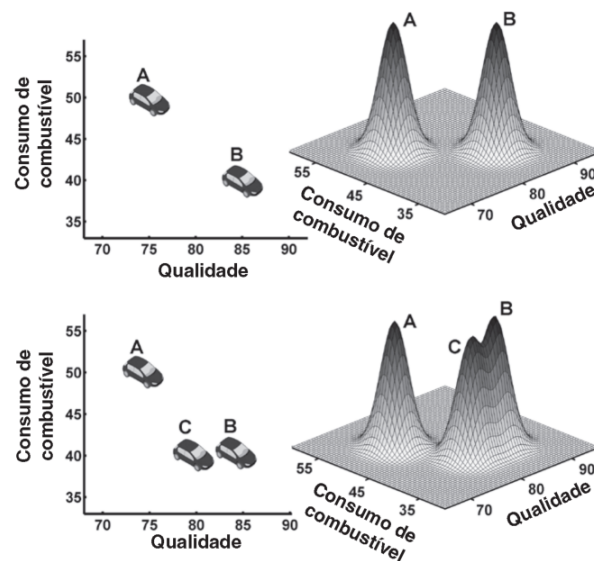
Figura 7.2 O efeito chamariz: duas opções de carros são representadas como pontos em um gráfico bidimensional, onde uma dimensão é a qualidade e a outra o consumo de combustível (*figura superior esquerda).* Podemos imaginar que essas opções sejam apresentadas como dois pontos em uma rede de neurônios bidimensional. Pelo fato de as diferentes quantidades numéricas ativarem populações de neurônios centradas em torno de cada valor, podemos visualizar a representação neural de ambas as opções como uma rede com dois "picos de atividade". Considerando que haja uma escolha equilibrada entre as duas opções, os picos possuem alturas iguais *(figura superior direita),* e nenhuma escolha é favorecida. Quando uma terceira opção claramente inferior (carro C) é apresentada *(figura inferior esquerda),* o pico de atividade "B" cresce porque a atividade produzida pela opção B se sobrepõe e se soma à da opção C, podendo fazer as opções se desviarem na direção do carro B.

Suponha que você seja dono de um restaurante que ofereça no cardápio uma entrada de camarões cara e lucrativa, mas que não venda muito bem. Como você poderia aumentar as vendas desse

prato? Com certeza, poderia diminuir o preço. Mas uma abordagem mais lucrativa seria adicionar um prato de camarões ainda mais caro (que você não pretenda fazer com muita frequência). O prato-alvo parece agora mais razoável em comparação ao novo. Essa estratégia chamariz foi consciente ou inconscientemente utilizada pela Williams-Sonoma para aumentar as vendas de sua primeira máquina de fazer pão. A primeira máquina foi lançada ao preço de $279, mas não vendeu muito bem. A empresa lançou então uma máquina maior por $429, o que acabou duplicando as vendas da máquina original mais barata.[28]

Por que aumenta a probabilidade de escolhermos um item ou produto que está próximo de outra opção semelhante do que quando está sozinho? Por que nossos circuitos neurais são atraídos pela presença de uma opção chamariz? Existem várias hipóteses cognitivas para explicar por que isso ocorre. Uma explicação, por exemplo, talvez fosse a de que seria mais fácil justificar nossas decisões em relação a uma opção semelhante. Por uma questão de “conveniência mental”, podemos eliminar a opção mais difícil sempre que possível (no exemplo anterior, a decisão entre o carro B e C é simples e direta, portanto ignoramos o carro A). No entanto, essa explicação é psicológica por natureza e não aborda os mecanismos neurais responsáveis pelo efeito chamariz. Além disso, no final, todas as escolhas resultam de cálculos realizados pelos circuitos de neurônios.

O que significa de fato para o cérebro tomar uma decisão? Uma hipótese é que a decisão entre duas opções seja determinada pelos níveis de atividade dentro de duas populações de neurônios que representam as opções.[29] Vamos supor que você esteja distraído em sua mesa de trabalho e ouça dois sons simultâneos inesperados, um à esquerda e outro à direita. Para qual você olha primeiro? É mais ou menos intuitivo olhar para o estímulo mais alto. Por quê? As decisões, mesmo as inconscientes e automáticas, em geral envolvem dois grupos de neurônios que competem entre si em um jogo de cabo de guerra (nesse caso, um grupo faria a sua cabeça virar para a esquerda, e o outro, para a direita). É provável que a população de neurônios estimulada pelo som mais alto atinja

um nível maior de atividade com mais rapidez e saia vitoriosa. A forma como tomamos decisões mais complexas é muito mais misteriosa, mas, em algum nível, nossa decisão entre comer uma pizza, um sanduíche ou uma salada no almoço pode se resumir a uma competição entre os neurônios “pizza”, “sanduíche” e “salada”. O grupo que for mais ativo vence, e o grau de atividade em populações diferentes é determinado por vários fatores intangíveis: o que seu companheiro ou companheira escolheu, o que você comeu ontem, se está fazendo dieta, o preço, e assim por diante.

Considere o exemplo do carro que envolve avaliar uma escolha entre duas dimensões numéricas: qualidade e consumo. Como essas opções diferentes são representadas no cérebro? De acordo com o que temos visto, as quantidades parecem ser representadas pelos neurônios que respondem preferencialmente a significâncias ou valores altos ou baixos. Entretanto, esses neurônios têm um ajuste mais amplo, que significa que um neurônio que dispara com intensidade máxima para um valor de 85 também dispara em resposta a 80, embora um pouco menos. Agora imagine uma rede de neurônios em duas dimensões: uma dimensão codifica o consumo e a outra codifica a qualidade. Cada opção pode ser pensada como codificada na forma de um pico centrado nas coordenadas que representam o consumo e a qualidade. A altura do pico (a atividade da população de neurônios) seria proporcional ao valor absoluto da opção, que levaria em conta tanto o consumo quanto a qualidade.[30] Quando somente as opções A e B são apresentadas nessa rede, a atividade neural total provocada pelas opções é mais ou menos a mesma, por causa da escolha entre consumo e qualidade. Assim, não haveria uma tendência clara, o que resultaria em probabilidades iguais para a escolha de A ou B. Porém, ao considerar as três opções, os neurônios que codificam os consumos de B e C se sobrepõem porque têm o mesmo consumo. Pelo fato de as opções B e C serem semelhantes, elas “compartilham” alguns neurônios. Isso se traduz em mais atividade dos neurônios da opção B do que ocorreria no caso de serem apresentadas somente as opções A e B, pois alguns neurônios B agora são também estimulados pela opção C. De certa forma, os

picos “B” e “C” se somam, aumentando a altura de “B”. Assim, na suposição de que as decisões são baseadas nos grupos de neurônios mais ativos, o grupo que codifica a opção B deve ser o vencedor.

Vamos analisar de outra maneira para ajudar a visualizar o processo. Suponha que você esteja olhando fixamente para a frente, e duas luzes brilhantes se acendam, uma para a esquerda do centro e outra para a direita. De maneira reflexa, você olha para a esquerda ou para a direita? Suponhamos que a probabilidade seja de 50% de movimentar os olhos para a esquerda ou para a direita porque ambos os estímulos foram da mesma magnitude. Assim, os neurônios responsáveis por olhar para a direita ou para a esquerda estarão igualmente ativos. No entanto, se uma luz mais fraca adicional aparecer perto da localização do brilho da direita, ela poderá aumentar a chance de olharmos naquela direção. Pelo fato de o estímulo total daquele lado ser mais intenso, o olhar se desvia para a área mais brilhante da direita. Falando de forma genérica, a presença de uma opção C inferior conseguiu impulsionar a atividade na área B/C e, como B nitidamente supera C, a escolha é desviada na direção do vencedor local. Ao passarmos para a linguagem dos nódulos e links que temos usado para descrever a memória semântica, podemos dizer que as opções B e C estão mais intimamente ligadas. Assim, a atividade se propaga entre elas, aumentando seu perfil em relação à opção A, que permanece sozinha.

A maneira como o cérebro representa e codifica opções diferentes pode inerentemente estabelecer uma tendência para nossas escolhas. Em outras palavras, os pequenos bugs estranhos, como o efeito chamariz, podem não ser consequências de uma falha nos sofisticados circuitos corticais responsáveis pelo raciocínio e pela lógica, mas resultados do fato de que coisas semelhantes (cores, intensidades, números ou carros) são codificadas de forma a compartilhar neurônios. Considerando que as decisões podem se basear na intensidade relativa da atividade de diferentes populações de neurônios, o número de opções estimula a percepção do valor da opção local que seja considerada melhor.

Seja quando executado por anúncios de TV, sites, divulgação de produtos em filmes ou por meio de representantes de vendas, o marketing sem dúvida influencia o que compramos e desejamos. Além disso, suspeito que, na maior parte das vezes, o efeito resultante dessas influências não seja de nosso próprio interesse. Não existe uma única causa para nosso sistema operacional neural ser tão suscetível ao poder do marketing. No entanto, a propensão a aprender por imitação e a arquitetura associativa do cérebro são, com certeza, dois dos principais motivos.

Hoje, poucos detalhes são pequenos o suficiente para serem ignorados no jogo do marketing. As empresas que vendem cereais matinais embalam os produtos em caixas grandes para gerar a ilusão de quantidade. Muitos restaurantes listam os preços sem o cifrão (12 em vez de $12) porque alguns estudos sugerem que as pessoas gastam mais se não forem lembradas do “$”.[31] As empresas se envolvem em campanhas de marketing furtivas, em que pessoas são pagas para frequentar bares ou sites para conversar de forma dissimulada e promover produtos ou filmes. Elas realizam estudos em que monitoram os movimentos dos olhos das pessoas nas telas e projetam com critério os nomes, embalagens, slogans, jingles e odores associados aos seus produtos. Os sites também rastreiam nossa navegação e hábitos de compra. Nos setores em que o público-alvo não pode ser atingido pelas técnicas convencionais de marketing, as empresas recorrem ao marketing pessoal direto. Esse modo de marketing talvez seja simbolizado pela indústria farmacêutica. Para promover a venda de novos remédios, os representantes visitam médicos e podem lhes dar amostras grátis, presentes, jantares e entradas para eventos (embora essa prática esteja agora sob regulamentação mais rígida). Os próprios representantes de vendas não são, em geral, contratados com base no conhecimento sobre farmacologia, mas pela personalidade extrovertida (as companhias farmacêuticas são conhecidas por buscarem estudantes universitárias bonitas, líderes de torcida, para essas posições). Criando um banco de dados das vendas farmacêuticas e de informações da Associação Médica dos Estados Unidos, os representantes de vendas classificam os

médicos entre os que prescrevem muito ou pouco seus remédios e desenvolvem estratégias que visam influenciar os tipos diferentes de médicos, dependendo de seus perfis pessoais e profissionais.[32] Negar o efeito dessas estratégias de marketing sobre as práticas de prescrição de remédios e, assim, sobre a suposta imparcialidade dos tratamentos médicos (bem como sobre seu custo), significa ignorar o fato de que as empresas investem centenas de milhões de dólares nessa forma de marketing, assim como rejeitar tudo o que sabemos sobre o cérebro.

No campo da política, a citação no início deste capítulo serve como um lembrete assustador sobre até que ponto as pessoas podem ser controladas pela propaganda. Hitler, pelo seu Ministério de Propaganda, invocou inimigos inexistentes e convenceu muitos alemães de que os judeus representavam uma ameaça ao seu estilo de vida. Hitler utilizou filmes, jornais, discursos e cartazes para retratar os judeus como raça inferior. Em alguns cartazes das propagandas nazistas, os judeus foram comparados a piolhos.[33] Hoje, na era da internet, se poderia pensar ser impossível uma manipulação em escala tão grande que visasse os mais malignos dos objetivos. Verdade ou não, propagandas políticas simplórias (embora constrangedoramente eficazes) continuam a saturar as transmissões de rádio e televisão, ajudando os que não merecem nossa confiança a obtê-la.

Meu objetivo não é o de ingenuamente caracterizar a propaganda e a publicidade como prejudiciais. Pelo contrário, o marketing de produtos, ideias ou candidatos políticos é um dos ingredientes essenciais da cultura humana, do capitalismo e da democracia. A questão que levanto é garantir que nossas escolhas reflitam nossos objetivos e desejos reais, e que possamos distinguir entre a disseminação de informações para o nosso próprio interesse e a manipulação para benefício de outros. Da mesma forma que um filho de repente percebe que os pais vinham usando a psicologia infantil com ele, precisamos desenvolver a consciência e a compreensão de nossos bugs cerebrais e de como eles poderiam ser explorados. Isso permitiria otimizar as nossas decisões

cotidianas, assim como as opiniões e escolhas políticas que, em última instância, moldam nossa vida e o mundo.

---

1 *Nota do Tradutor.* “A diamond is forever” e “Be all that you can be”, no original em inglês.
2 *Nota do Tradutor.* Tradução do ditado “Monkey see, monkey do”, que equivale à expressão “macaco de imitação” em português.
3 *Nota do Tradutor.* SARS (Severe Acute Respiratory Syndrome - Síndrome Respiratória Aguda Grave, forma de pneumonia altamente contagiosa).
4 *Nota do Tradutor: Pee* - gíria em inglês que significa “urinar”.

O bug sobrenatural

As mesmas elevadas faculdades mentais que a princípio levaram o homem a acreditar em agentes espirituais invisíveis, depois no fetichismo, politeísmo e, por fim, no monoteísmo, iriam levá-lo de qualquer forma, à medida que seu poder de raciocínio permanecesse pouco desenvolvido, a várias superstições e costumes estranhos.
Charles Darwin

Após jantar, em um fim de tarde de uma quinta-feira, em abril de 1986, Robyn Twitchell, um menino de dois anos e meio que vivia perto de Boston, começou a vomitar e a chorar. Sua dor e incapacidade de reter os alimentos continuaram durante a sexta-feira e o sábado. Os pais de Robyn reuniram um grupo de orações; por dias, eles rezaram e cantaram hinos em torno do menino. Durante a maior parte do tempo, ele chorava e se contorcia de dor. No final, estava pálido e vomitando "uma substância marrom de cheiro fétido". Robyn morreu na terça-feira. Durante esse período de cinco dias, nenhum dos pais ou outras pessoas que rezavam por ele entrou em contato com um médico. A autópsia revelou que Robyn tinha morrido de uma obstrução intestinal tratável por meio de cirurgia.[1] Os pais de Robyn pertenciam à igreja da Ciência Cristã - uma religião fundada sob o princípio de que o mundo físico é, em essência, ilusório porque vivemos em um mundo espiritual. Sob esse sistema de crença, a enfermidade e a doença são vistas como

problemas no reino espiritual e, portanto, a Ciência Cristã evita a medicina convencional e recorre ao poder da oração para curar. Os pais de Robyn foram condenados depois por homicídio culposo; a condenação foi revogada mais tarde devido a detalhes técnicos jurídicos.[2]

Seja na forma de espíritos, de bruxas, de telepatia, de fantasmas, de clarividência, de anjos e demônios ou dos milhares de deuses diferentes que vimos adorando ao longo dos milênios, as crenças sobrenaturais surgem de maneira natural para os homens. Para nossos ancestrais, as doenças e os desastres naturais eram apenas alguns dos eventos atribuídos a causas místicas. Hoje, as crenças sobrenaturais dos mais diferentes tipos continuam onipresentes e, muitas vezes, passam despercebidas. Conforme destaca o psicólogo Bruce Hood, por exemplo, mesmo o mais racional dos materialistas é, em geral, avesso a vestir um agasalho que tenha pertencido a um assassino em série (como se a roupa possuísse algum tipo de maldição). Além disso, quem não tem uma ligação supersticiosa com um objeto ou um ritual de sorte?[3]

Porém, é no contexto da religião que as crenças sobrenaturais são mais comuns e duradouras. Manifestações sobrenaturais confessas representam a base da maioria das religiões. O filósofo Daniel Dennett define as religiões como “sistemas sociais nos quais os participantes confessam acreditar em um agente (ou agentes) sobrenatural cuja aprovação deve ser buscada”.[4] Dentro desse campo religioso, com suas consequentes manifestações sobrenaturais e imperativos morais divinos, é que as crenças sobrenaturais têm maior impacto sobre nosso comportamento como indivíduos e nossa visão de mundo como sociedade.

Ao longo da história, a religião tem sido uma fonte de compaixão e benevolência. Hoje, as organizações religiosas patrocinam esforços humanitários e continuam a fomentar atos de altruísmo sem precedentes - milhares e milhares de fiéis trabalham incansavelmente nos cantos mais remotos do planeta para alimentar e educar crianças órfãs e outros necessitados. A religião também alimentou as artes e as ciências. Inúmeros estudiosos e cientistas foram sacerdotes, inclusive George Mendel, que muitos consideram

o pai da genética moderna. Além disso, com certeza, a oferenda mais preciosa da religião pode ser a de servir como oásis permanente de esperança e consolação diante de realidades muitas vezes trágicas.

No entanto, analisando o amplo banco de dados de comportamentos irracionais e de atos repulsivos com os quais os homens se envolveram ao longo da história, a religião muitas vezes esteve em primeiro plano: dos sacrifícios humanos dos astecas, passando pelas Cruzadas e pela Inquisição, até os atentados suicidas e o terrorismo motivado pela religião. As crenças religiosas do passado e do presente têm adiado o progresso científico e tecnológico, incluindo a aceitação do heliocentrismo, a evolução e a pesquisa com células-tronco. Além disso, vidas continuam a ser perdidas para a pobreza e a doença exacerbadas por políticas econômicas e de saúde em que a religião prevalece sobre a razão. Por exemplo, pelo fato de a Igreja Católica acreditar que o sexo antes do casamento e o controle de natalidade sejam contra a vontade de Deus, ela se opõe ao uso de preservativos que poderiam evitar doenças sexualmente transmissíveis; essa posição tem alterado políticas educacionais e de saúde pública em todo o mundo.[5] A religião, sem dúvida, tem sido a fonte tanto de um grande bem quanto de um grande dano. Este livro, porém, é sobre os bugs cerebrais. Assim, nosso objetivo é entender os motivos pelos quais as crenças religiosas e sobrenaturais podem nos fazer mal.[6]

A razão é, sem dúvida, a maior conquista do cérebro humano e é a característica que melhor nos distingue dos outros membros do reino animal. No entanto, as crenças sobrenaturais e a fé cega em forças divinas que, por definição, não podemos ver, observar ou estudar, exigem que fechemos o olho para a razão. A história de Robyn Twitchell nos dá apenas um exemplo das possíveis consequências de se desligar da razão. E o caso de Robyn não é isolado. Um estudo publicado na revista *Pediatrics,* em 1998, analisou casos em que crianças dos Estados Unidos morreram quando cuidados médicos foram negados por causa de crenças religiosas. Os autores concluíram que, dos 172 casos examinados, com toda certeza 80% das crianças teriam sobrevivido se tivessem

recebido cuidados médicos. Uma das autoras desse estudo, Rita Swan, havia pertencido à igreja da Ciência Cristã e, anos antes, tinha perdido seu bebê para a meningite bacteriana. Os “praticantes” da Ciência Cristã passaram duas semanas tentando curar o filho de Rita com rezas antes de o casal Swan levá-lo para o hospital, mas já era muito tarde. Depois de entender que, com toda a certeza, seu filho ainda estaria vivo se ela tivesse agido de acordo com a medicina moderna em vez de seguir suas crenças religiosas, Rita Swan decidiu fundar uma organização para proteger as crianças de práticas culturais e religiosas abusivas.[7] Embora a negligência médica baseada na religião possa parecer um exemplo raro e extremo das consequências das crenças religiosas, em essência ela não é tão diferente da prática muito mais comum de se basear em crenças sobrenaturais para orientar decisões sobre se a evolução deve ser ensinada na escola ou se as células embrionárias devem ser utilizadas em pesquisas de células-tronco.

É esclarecedor comparar as crenças religiosas e sobrenaturais com outro traço, em geral irracional, programado dentro dos circuitos neurais dos animais por centenas de milhões de anos: o medo. O medo não foi concebido para ser racional, mas para garantir que os níveis de ameaça sejam sempre definidos vários níveis acima do que a realidade requer. O motivo de o medo ter status de sócio de elite quando se trata de vetar a razão não é segredo. Mas por que as crenças religiosas conseguem sobrepujar a razão com tanta facilidade? Por que tantos homens se associam com tanta tenacidade a conjuntos de regras e crenças específicas, apesar da ausência de quaisquer provas palpáveis, empíricas e reproduzíveis? É evidente que não há respostas simples para essas perguntas. Mas, em algum nível, as respostas estão em algum lugar do cérebro.

Em comparação aos tópicos discutidos nos capítulos anteriores, conhecemos pouco sobre a psicologia e a neurociência das crenças religiosas e sobrenaturais. Assim, o assunto discutido neste capítulo será muito mais especulativo por natureza, mas não menos importante para a compreensão de nós mesmos e das sociedades que temos criado.

A HIPÓTESE DE SUBPRODUTO

Filósofos, psicólogos, antropólogos, biólogos evolucionários e neurocientistas estão tentando entender cada vez mais a religião sob a perspectiva da seleção natural e do cérebro. Voltado para esse objetivo, um biólogo evolucionário poderia perguntar: a religião emerge porque os mais envolvidos em crenças religiosas apresentam maior probabilidade de prosperar e reproduzir-se? Um neurocientista poderia formular a pergunta de forma diferente: os circuitos neurais por trás das crenças religiosas se beneficiariam de um status neural “especial”, que permite que a religião às vezes se sobreponha à razão?

Algumas hipóteses têm sido formuladas com relação às origens biológicas das crenças sobrenaturais e da religião. As duas hipóteses principais giram em torno de saber se a religiosidade foi selecionada por um processo evolutivo ou se é um subproduto indireto da arquitetura do cérebro.

Para entender a hipótese do subproduto, vamos primeiro analisar outros fenômenos sociais onipresentes nas culturas humanas, que incluem a apreciação da arte, a atenção para a moda e a fascinação pela competição baseada na aptidão física. Por que uma atividade social, como observar eventos esportivos, é comum a quase todas as culturas? É provável que a propensão a participar de atividades físicas tenha aprimorado as habilidades físicas e mentais, aumentando o desempenho para quando a sobrevivência estivesse de fato em questão. É provável que o gosto por praticar esportes tenha os mesmos motivos pelos quais os filhotes de leões brincam entre si, para aperfeiçoar suas habilidades físicas e mentais. Ainda hoje, muitos esportes têm clara ligação com habilidades que refletem a caça ou a guerra (dardo, arco e flecha, boxe, luta livre e biatlo). No entanto, isso não explica por que gostamos de assistir a eventos esportivos na comodidade de nossos sofás. Por volta do século V a.C. - no tempo das Olimpíadas da Grécia antiga -, os esportes eram eventos populares. E hoje, as Olimpíadas e a Copa do Mundo estão entre os eventos mais assistidos no mundo. De forma muito parecida com a religião, as pessoas podem apoiar seus

times com fé inabalável. Vencer pode levar a uma felicidade nacional compartilhada, mas perder pode levar à agonia e ao desespero.

Talvez apreciemos assistir a eventos esportivos porque, por algum motivo, fomos selecionados para fazê-lo; está em nossos genes. Ou, com muito mais probabilidade, assistir a eventos esportivos poderia ser um subproduto de outras características cognitivas existentes por motivos nada relacionados. A título de exercício, poderíamos especular quais seriam essas características:

1. Um elemento comum dos eventos esportivos é o fato de eles tenderem a envolver objetos em movimento (seja uma pessoa, uma bola ou ambos). O ser humano, da mesma forma que muitos animais visuais, sentem uma atração natural por objetos em movimento. Isso é chamado de *reflexo de orientação* e é provável que explique por que muitos homens (eu, por exemplo) parecem ter incapacidade neurológica de conduzir uma conversa séria se houver uma televisão ligada na sua frente. Com um animal que esteja na categoria de predador ou de presa, não há necessidade de explicação para o fato de a função biológica da atenção ser atraída pelo movimento. Um fator que contribui para a adesão aos esportes em todo o mundo poderia ser o de que assistir a objetos se movendo com rapidez seria apenas algo inerentemente cativante (o que também poderia resolver o mistério de por que os campeonatos de xadrez não são televisionados).

2. Outro componente universal do espectador de esportes é a torcida; o verdadeiro fã apoia seu time independentemente do adversário ou das chances de sair vitorioso. É provável que o apoio e o encorajamento mútuos em um grupo social tenham contribuído para a cooperação nesse grupo. Quando alguns membros de um grupo eram incapazes de se envolver em atividades fundamentais para a sobrevivência da comunidade, como caçar ou lutar contra tribos inimigas, “apoiar as tropas” para mostrar gratidão por seus esforços e sacrifícios pode ter sido adaptativo. Os eventos esportivos poderiam explorar nossa

> tendência natural a apoiar os que nos representam em uma batalha. Considerando que o humor coletivo de uma nação pode depender tanto do resultado de qual cor de camisa consegue colocar mais bolas na rede, não se pode deixar de pensar se a torcida não reflete algo muito mais profundo em termos biológicos.

Se um ou ambos desses argumentos forem corretos (e não estou sugerindo que sejam), isso implicaria que bilhões de pessoas em todo o mundo assistem hoje a eventos esportivos não porque, em qualquer ponto da evolução humana, isso tenha aumentado a aptidão genética, mas porque a atividade multibilionária dos esportes mundiais seria um subproduto das características do cérebro humano existentes por razões completamente diversas.

Muitos pensadores sobre a origem da religião acreditam que ela também tenha surgido como subproduto de outras habilidades cognitivas.[8] Nas palavras do antropólogo Pascal Boyer, "os conceitos e atividades religiosas sequestraram nossos recursos cognitivos".[9] Uma característica da mente humana que pode ter sido cooptada pela religião é chamada de *considerar a existência de um agente.* Na maior parte das vezes, nos sentimos inerentemente confortáveis em atribuir uma mente para outras entidades. Se a outra entidade for seu irmão, um gato ou um computador que funcione mal, não nos oporemos em envolvê-lo em conversas ou em dotá-lo de suas próprias intenções. É provável que a capacidade de atribuir uma mente e intenções para algumas coisas, e não para outras, tenha sido um passo fundamental na evolução do cérebro, mas foi necessário que o sistema de detecção de agentes fosse hiperativo (e não hipoativo), mesmo se isso nos levasse a imaginar agentes intencionais onde não havia nenhum. Suponha que você estivesse caminhando pela selva à noite e, de repente, se assustasse com um som vindo de trás de uma árvore; seria o vento, um galho que caiu ou um leopardo? Na dúvida, você suporia que se tratava de um leopardo e agiria de acordo com essa hipótese. Como todo mundo que possui um cachorro já notou, a detecção hiperativa

de agentes não é uma exclusividade dos homens, algo que Darwin não deixou de perceber:

> A tendência dos selvagens de imaginar que os objetos naturais e os organismos são animados por essências vivas ou espirituais é talvez ilustrada por um pequeno fato que notei em certa ocasião: meu cachorro, um animal adulto e bastante sensível, estava deitado na grama durante um dia calmo e quente; mas, a pequena distância, uma leve brisa ocasionalmente movia um guarda-sol, algo que teria sido totalmente desconsiderado pelo cão se houvesse alguém perto. Do jeito como estava, toda vez que o guarda-sol se movia ligeiramente, o cão latia e rosnava com vigor. Imagino que ele deva ter raciocinado consigo mesmo de forma rápida e inconsciente, que o movimento, sem qualquer causa aparente, indicava a presença de algum agente estranho e que nenhum estranho tinha o direito de estar em seu território.[10]

Pascal Boyer e muitos outros acreditam ser provável que a facilidade com que estabelecemos a existência de um agente tenha sido cooptada pela religião, que, muitas vezes, dota de mente, vontade e intenções objetos inanimados, animais e construções etéreas que chamamos deuses.

Além de nossa propensão a atribuir pensamento e intenção a quase tudo, muitas outras características da mente humana podem ter sido cooptadas pelas primeiras religiões populares.[11] Por exemplo, sugere-se que a afinidade com o ato de contar histórias ou mesmo com o amor romântico e seu corolário, a capacidade de sentir devoção incondicional a outro ser possa ter sido cooptada pela religião. Por outro lado, Richard Dawkins apontou que pode ter havido fortes pressões de seleção natural para as crianças aceitarem, sem questionamento, certas coisas que lhes são contadas por seus pais ou pelos mais velhos. Obedecer aos pais quando lhe dizem para não comer certas plantas, brincar com crocodilos ou atravessar sozinho a rua pode salvar sua vida. Essa forma de fé cega nas pessoas mais velhas, por sua vez, pode ter

estabelecido o cenário para a aceitação cega de superstições e, talvez, para a crença sincera em anjos e demônios.[12]

Os psicólogos notaram que as crianças parecem presumir de forma natural que os pensamentos e emoções dos animais persistem após sua morte. Em outro estudo desse efeito, o psicólogo Jesse Bering e colegas utilizaram bonecos para contar para crianças a história de um filhote de rato faminto que foi comido por um crocodilo. Após o término da peça, foram feitas algumas perguntas para as crianças sobre o rato, como: “Ele ainda está com medo do crocodilo?” Mais de 75% das crianças com idades entre 5 e 6 anos responderam que sim. Essa porcentagem diminuía progressivamente entre crianças de 8 e 9 anos e crianças de 11 e 12 anos.[13] Esse e outros estudos parecem indicar que crianças pequenas presumem naturalmente que exista uma alma que sobreviva ao corpo. O psicólogo Paul Bloom sugere que essa forma, ao que parece, inata de dualismo foi cooptada pela religião.[14] Por outro lado, porém, deve-se considerar a possibilidade de as crianças naturalmente acreditarem em almas por terem sido selecionadas para tal; em outras palavras, seu dualismo inato foi adaptativo porque deu suporte às crenças religiosas.

A HIPÓTESE DA SELEÇÃO EM GRUPO

Sob a teoria do subproduto, as crenças religiosas não seriam resultado direto da seleção pela evolução mais do que o nariz teria evoluído para apoiar os óculos de sol. A hipótese contrária é que nossa afinidade por crenças religiosas e sobrenaturais seria um produto direto das pressões evolutivas. Sob essa visão, como afirma o biólogo E.O. Wilson: “A mente humana evoluiu para acreditar nos deuses (...). A aceitação do sobrenatural trouxe uma grande vantagem ao longo da pré-história, quando o cérebro estava evoluindo”.[15] Em outras palavras, a espécie humana evoluiu para abrigar crenças religiosas e supersticiosas porque nos era conveniente.

Em geral, a evolução opera no nível dos indivíduos. Um novo gene ou uma mutação de um antigo, que melhore o sucesso de

reprodução de seu dono, aumenta a representação desse gene no conjunto global. Muitos dos que pensam que as crenças religiosas foram resultantes da seleção não acreditam que o processo tenha ocorrido pela rotina evolutiva padrão de favorecer os indivíduos mais bem adaptados. Na verdade, acreditam que a evolução selecionou grupos de pessoas que expressavam crenças religiosas em relação aos grupos que não as expressavam. Esse processo de *seleção de grupo,* que foi mencionado de maneira resumida no Capítulo 5, no contexto da evolução da cooperação, postula que um gene (ou grupo de genes) pode ser selecionado se fornecer uma vantagem para que um grupo de indivíduos opere como unidade social, mesmo que esse gene diminua o sucesso reprodutivo de qualquer indivíduo isolado. Para que isso ocorra, o novo gene a princípio teria de ser incorporado a um número crítico de membros de um grupo, mas quando isso fosse alcançado ele teria maior probabilidade de ser passado adiante porque os grupos sociais em que está incorporado concorreriam com grupos sociais nos quais o gene estivesse ausente.

O biólogo evolucionista David Sloan Wilson, entre outros, afirma que um conjunto de genes que dotam os indivíduos dentro de um grupo com tendência religiosa aumentaria a aptidão do grupo porque alimentaria um salto quantitativo na sua cooperação.[16] Em sua opinião, as crenças religiosas permitiram que os membros do grupo funcionassem como um superorganismo - um por todos e todos por um. Durante boa parte da evolução dos hominídeos (nossos ancestrais posteriores aos macacos), os homens caçariam e as mulheres coletariam, e a maior parte da comida seria compartilhada. Para que as sociedades caçadoras-coletoras funcionassem de forma eficaz, precisava haver uma quantidade razoável de confiança entre os membros. Esse arranjo não funciona tão bem se muitos acumularem comida. David Sloan Wilson argumenta que a religião oferecia uma estrutura para fomentar a confiança. Na presença ou ausência da religião, os grupos podem gerar códigos morais - na linha do *faça aos outros o que você gostaria que fizessem a você.* Mas os códigos morais em geral não funcionam com base somente no sistema de honra. Porém, as

crenças em divindades sobrenaturais forneceram um sistema melhor para impor códigos morais. Primeiro, os deuses tinham olhos e ouvidos em todos os lugares; seria impossível enganar sem ser descoberto. Segundo, os trapaceiros não sofreriam apenas a punição de outros membros do grupo, mas a ira de seres sobrenaturais. A ameaça de sofrimento eterno pode ter fornecido (e ainda fornece) um incentivo poderoso para que se jogasse de acordo com as regras.

As crenças religiosas podem também ter aumentado a aptidão de um grupo ao fornecer uma vantagem durante conflitos violentos com outros grupos. O sentimento inabalável de união entre os guerreiros, aliado à certeza de que os espíritos estavam ao seu lado e ao fato de ter a eternidade assegurada, sem dúvida aumentavam as chances de vitória na batalha (tanto naquela época quanto agora).[17]

É de fato impressionante que quase todas as religiões, ancestrais e modernas, enfatizem a cooperação dentro do grupo. Quase todas as religiões antigas ou modernas poderiam ser utilizadas como exemplo, mas vamos analisar os Klamath, uma tribo de caçadores-coletores que ocupou o sul do Oregon até o contato com os ocidentais no início do século XIX. Os Klamath transmitiam suas crenças por tradição oral, rica em contos com animais falantes e seres sobrenaturais.[18] O conteúdo dessas histórias é impressionante, já que a trama principal em geral girava em torno da fome, ao que tudo indica por conta do sempre presente risco de escassez de alimentos durante o inverno. Muitos desses contos opunham dois indivíduos ou animais: um morrendo de fome e o outro com suprimento abundante de alimentos, mas que não estava disposto a compartilhar. O final das histórias era sempre o mesmo: em função da intervenção sobrenatural, havia uma proverbial reversão da sorte, que, em alguns contos, consistia no fato de o indivíduo egoísta ser transformado em uma rocha. Não eram contos sutis, mas tinham a clara intenção de instilar a importância de repartir recursos, na esperança de maximizar a sobrevivência da tribo. Parece que a transmissão oral dessas histórias contribuiu para a sobrevivência não só porque inspiraram comportamentos altruístas entre os membros da tribo, mas porque os Klamath

acreditavam que de fato poderiam ser transformados em pedra se não dividissem a comida.

O altruísmo dentro do grupo característico de tantas religiões muitas vezes mostrava um contraste gritante com a forma como eram aconselhados a tratar os intrusos. Por exemplo, no Deuteronômio (15:7-8) a Bíblia afirma:

> Quando entre ti houver algum pobre, de teus irmãos, em alguma de tuas portas na terra que o SENHOR teu Deus te dá, não endurecerás o coração nem fecharás a mão para teu irmão pobre. Antes lhe abrirás de todo a tua mão e certamente lhe emprestarás o suficiente para o que lhe falte, o quanto baste para a necessidade dele.

Porém, ao enfrentar uma batalha com o Estado vizinho, o Deuteronômio (20:13-16) instrui:

> quando o SENHOR teu Deus a entregar em tuas mãos, todo homem que houver nela passarás ao fio da espada. Porém as mulheres, as crianças, o gado e tudo o que houver na cidade, mesmo todo o despojo, tomarás para ti; e comerás o despojo de teus inimigos, que te deu o SENHOR teu Deus. Assim farás a todas as cidades que estiverem muito longe de ti, que não forem das cidades destas nações. Porém, das cidades destes povos que o SENHOR teu Deus te dá em herança, não deixarás com vida nada que respire. Antes deverá destruí-la totalmente.

David Sloan Wilson argumenta que a seleção em grupo fornece a melhor hipótese (mas com certeza não a única) para entender esse paradoxo.[19] A misericórdia e a bondade dentro de um grupo aliadas à impiedade entre grupos fazem sentido sob a hipótese de seleção de grupo. É provável que os membros de um grupo compartilhem “genes religiosos”. Assim, de fato, ajudar seus vizinhos também pode ajudar a propagar os genes religiosos. Desse ponto de vista, porém, a generosidade em relação aos intrusos que podem não ter

os mesmos “genes religiosos” representa desperdiçar preciosos recursos que poderiam ser utilizados para si próprio.

"A SABEDORIA PARA CONHECER A DIFERENÇA"

O argumento de que as crenças religiosas foram objeto da seleção natural por aumentar a cooperação dentro do grupo é convincente.[20] Entretanto, o conceito de seleção de grupo em geral permanece uma hipótese controversa porque possui uma falha grave: os dissidentes ou independentes.[21] Se todos em um grupo tiverem os genes que fundamentam as crenças religiosas que levam à cooperação, a seleção de grupo estará em base bastante sólida. Porém, se alguns indivíduos não tiverem esses genes, colherão os benefícios de viver entre altruístas, mas não pagarão os custos individuais da cooperação, como dividir a comida ou morrer na guerra. Esses indivíduos acabarão por superar os altruístas do grupo e minarão a premissa da seleção de grupo. Existem alguns “consertos” teóricos para esse problema, incluindo a possibilidade de que o contínuo estado de guerra poderia, de tempos em tempos, dizimar as tribos com muitos dissidentes ou que os independentes poderiam ser punidos pelos outros membros do grupo. Porém, um problema adicional é que os genes que estimulam a religiosidade teriam de estar presentes em uma porcentagem significativa da população para que a seleção de grupo tivesse efeito. Como isso ocorreria, se esses genes não oferecem qualquer vantagem aos indivíduos?

Richard Dawkins afirmou: “Todo mundo tem sua própria teoria de estimação sobre a origem da religião e por que todas as culturas a possuem.”[22] Agora, provarei que ele está correto ao oferecer minha própria sugestão sobre o motivo de os “genes sobrenaturais” poderem ter sido adaptativos aos indivíduos muito cedo na evolução humana. Quando esses genes estavam presentes, eles podiam ter servido como plataforma para os processos seletivos seguintes, operando no nível dos grupos.

O poder computacional do cérebro se ampliou ao longo da evolução humana, ao que parece, culminando no *Homo sapiens.*

Em algum ponto desse processo, começamos a usar nosso hardware cortical recém-adquirido para fazer algo bastante novo e corajoso: elaborar e responder perguntas. À medida que os homens começaram a propor e resolver problemas, ceder à curiosidade alheia poderia valer a pena. O homem primitivo descobriu como fazer fogo, construir e usar ferramentas, enganar os inimigos e desenvolver a agricultura.

A inteligência e a curiosidade são, em última instância, os motivos de agora vivermos em um mundo muito diferente daquele em que evoluímos. Toda a tecnologia moderna é produto do acúmulo de uma sequência de avanços intelectuais, impulsionados por um desejo, que parece inato, de formular e responder perguntas. No entanto, como muitos sabem em primeira mão, a capacidade de formular e tentar responder perguntas também pode ser um memorável desperdício de tempo e energia.

“Hummmm... aqui terra barrenta, como perto do rio; talvez água na terra, mim cavar”, é potencialmente uma sequência fecunda de pensamentos para um *Homo erectus* com sede (um ancestral do *Homo sapiens* que sobreviveu por mais de um milhão de anos) e talvez até merecedora de um prêmio de pesquisa na forma de ajuda de alguns companheiros do bando. Por outro lado, “Mim com muita sede, chuva vem de nuvens barulhentas do céu, como fazer nuvens?... talvez mim fazer barulho como trovão”, seja menos digno de financiamento. Em qualquer tempo e lugar, existem questões com probabilidade de serem resolvidas dentro do período de expectativa de vida do indivíduo e outras não. Para o homem primitivo, perguntar se ele consegue fazer fogo, usar uma pedra para afiar outra ou imaginar se uma árvore frutífera nasceria de uma semente são excelentes questões - perguntas que, além de estarem ao seu alcance, é provável que também aumentassem a sobrevivência e a reprodução. Por outro lado, perguntar como fazer chuva pode não ser a forma mais produtiva de passar o tempo livre, nem seria também a de tentar imaginar por que, de tempos em tempos, o corpo de alguns membros da tribo fica sem reação e começa a esfriar. Resumindo, algumas perguntas não devem ser feitas ou, pelo menos, não deveríamos desperdiçar tempo tentando

respondê-las. Quando os primeiros humanos desenvolveram uma impressionante capacidade de cada vez mais fazer e responder perguntas, deve ter havido um perigo bastante real de prematuramente se tornarem filósofos - pensando sobre mistérios fora de seu alcance. A evolução teria munido os realizadores pragmáticos de criatividade.

Porém, como o homem primitivo poderia saber quais questões iriam gerar frutos e quais seriam estéreis? Talvez os cérebros que, de pronto, separassem os problemas em duas categorias distintas (que hoje corresponderiam aos fenômenos naturais e sobrenaturais) fossem mais capazes de focar suas habilidades cognitivas recém-adquiridas em questões produtivas e evitar desperdiçar tempo tentando entender o incompreensível e tentando mudar o imutável. A bem conhecida reza da serenidade pede que Deus lhe dê a “sabedoria para diferenciar” as coisas que podem ou não ser mudadas.[23] De certa maneira, os rótulos natural e sobrenatural propiciam essa sabedoria: é possível que o natural esteja sob nosso controle, enquanto o sobrenatural está bem longe dele. Sem dúvida, nossos ancestrais não distinguiam os fenômenos naturais e sobrenaturais como fazemos hoje, mas pode ter sido adaptativo o fato de consciente ou inconscientemente discernirem os desafios factíveis e os irrealizáveis. A definição sobre que problemas pertenceriam a cada categoria poderia ter sido determinada ao longo de gerações e baseada na transmissão cultural.

A evolução de outro equipamento computacional, os computadores, é ilustrativa. A invenção dos computadores foi um ponto de virada revolucionária na tecnologia moderna. Como o surgimento do cérebro moderno na evolução dos hominídeos, os computadores e a internet produziram uma mudança nas regras do jogo sobre o que é factível. As mentes que contribuíram para a criação dos computadores e da World Wide Web, quando muito, suspeitavam disso. É provável que não tenham antecipado, porém, que um dos usos mais comuns dessas tecnologias seria o de permitir que qualquer pessoa na face da Terra jogasse Orcas e Humanos com qualquer outra pessoa do planeta ou que tivesse acesso instantâneo a conteúdos eróticos. Os jogos de vídeo e a

pornografia não foram originalmente planejados nem eram funções previstas para os computadores. Porém, qualquer tecnologia poderosa o suficiente será utilizada para outros fins que não para os quais foi originalmente concebida. Meu argumento é o de ter existido uma possibilidade real de que o poder computacional recém-obtido do neocórtex dos primeiros homens poderia ter sido desviado para aplicações sem valor adaptativo: sonhar acordado, colecionar borboletas, brincar com masmorras e dragões ou tentar encontrar a resposta definitiva para a vida, o universo e tudo o mais. Talvez objetivos válidos, mas improváveis de aumentar sua participação no grupo genético quando diante de atividades obrigatórias, como encontrar e não se transformar em comida.

As teorias das origens biológicas das crenças e religiões sobrenaturais tendem a se concentrar no *Homo sapiens* que tem estado por aí por menos de 200 mil anos. No entanto, o que dizer dos milhões de anos da evolução dos hominídeos antes dos *Homo sapiens*? Não sabemos se o *Homo erectus* teve crenças sobrenaturais, mas é provável que ele pensasse em algo quando deitava sob as estrelas. Teria ele pensado sobre quem as colocou no céu ou em como construir uma faca melhor? Não teria sido útil priorizar esses pensamentos? Um conjunto de genes que estimulassem a separação dos problemas em categorias tangíveis e intangíveis teria sido adaptativo.

Qualquer teoria sobre as origens biológicas das crenças religiosas e sobrenaturais precisa enfrentar o fato de que hoje ela não seria adaptativa - o equivalente evolutivo dos bombeiros ao iniciar um incêndio controlado para remover os arbustos e, sem querer, queimar toda a cidade. Se atribuímos primeiro as doenças e os desastres naturais aos fenômenos sobrenaturais fora de nosso controle, em seguida colocamos esses fenômenos sob o controle dos seres sobrenaturais e, por fim, em um esforço desesperado para controlar o incontrolável, começamos a negociar com as deidades que criamos. Hoje, participamos de rituais complexos, oferecemos sacrifícios e construímos monumentos elaborados para honrar nossos deuses caprichosos. Pior ainda, como ilustrado pela história de Robyn Twitchell, as crenças sobrenaturais podem não

ser adaptativas porque impedem a aceitação do conhecimento científico que pode salvar vidas. Porém, como tantos outros aspectos do comportamento humano, não tem sentido tentar entender a evolução da religião tentando explicar o que ela envolve hoje. Mesmo algo tão obviamente adaptativo como o desejo sexual é, em certo sentido, pouco adaptativo hoje. Muitos de nossos esforços e batalhas pessoais, assim como blocos importantes dos setores de marketing e da moda (sem falar da indústria da pornografia), são impulsionados pelo desejo sexual, embora com o advento dos métodos contraceptivos os homens tenham conseguido dissociar o sexo do objetivo final biológico da reprodução.

DEUSES NO CÉREBRO

A rigor, a ciência não pode provar que os deuses não existem, mas pode rejeitar a hipótese porque, como nos lembra o autor Christopher Hitchens, "o que pode ser afirmado sem provas também pode ser rejeitado sem provas".[24] A ciência pode afirmar com o mesmo grau de confiança que os deuses não existem, assim como pode afirmar que não vivemos todos em cápsulas e somos conectados a um mundo virtual compartilhado, como no filme *Matrix* (na verdade, é bastante improvável que todas as pessoas vivam em Matrix porque esse cenário é no mínimo incompatível com todas as leis conhecidas de física e biologia). A ciência não tem a pretensão de revelar as verdades absolutas, mas a de se fundamentar em fatos empíricos baseados no conjunto acumulado de conhecimentos e experiências destinados a validar *ou* rejeitar esses fatos. Se surgirem novas evidências, a ciência revisará sua posição de que os deuses não existem. Até lá, a ciência não deve perguntar se os deuses existem, mas por que eles existem em nosso cérebro.

O primeiro desafio para estudar as bases neurais das crenças religiosas é encontrar alguma medida formal do que de fato significa ser religioso. Algumas pessoas que não fazem parte de qualquer religião organizada são, contudo, muito espirituais, e algumas que vão todos os domingos à igreja não são especificamente religiosas. A medição de espiritualidade mais utilizada é parte de um teste de

personalidade chamado Inventário de Temperamento e Caráter. O teste consiste em mais de 200 questões, incluindo “Às vezes senti minha vida sendo guiada por uma força espiritual maior do que a de qualquer ser humano” e “Às vezes sinto uma conexão espiritual com outras pessoas que não consigo explicar em palavras”. Somadas, um subconjunto de questões visa captar um traço de personalidade chamado de *autotranscendência*.

Utilizando essa medida como aproximação para a espiritualidade, alguns pesquisadores procuraram os rastros neurais das crenças religiosas e sobrenaturais. Por exemplo, um estudo examinou a relação entre as pontuações de autotranscendência e as quantidades de um receptor específico do neurotransmissor serotonina no cérebro.[25] Os receptores de serotonina representam o alvo de algumas substâncias alucinógenas, incluindo o LSD, e os caminhos da serotonina são alvos de algumas drogas antidepressivas, como o Prozac e o Paxil. Embora a serotonina desempenhe um papel importante em muitos aspectos do funcionamento do cérebro, como humor, apetite, sono e memória, algumas questões básicas continuam representando um mistério. De fato, não é nem mesmo o caso de que ter alguns tipos a menos de receptores de serotonina se traduza em menor atividade de serotonina no cérebro porque alguns receptores podem inibir a liberação de mais serotonina. Utilizando uma técnica de imagem cerebral que permite aos investigadores medir a quantidade de receptores de serotonina ao usarem um composto radioativo de curta duração, os autores descobriram que os pesquisados com poucos receptores de serotonina tendiam a possuir maior pontuação de autotranscendência, enquanto aqueles com mais receptores tinham pontuação menor. Os autores concluíram que “o sistema serotonina pode servir como base biológica para as experiências espirituais”. Tais conclusões, porém, são um tanto simplistas e, entre outras coisas, sofrem da confusão comum de se tomar correlações como prova de causalidade (o poder de sedução das correlações é um bug cerebral que atormenta o público em geral, assim como os cientistas). Os neurotransmissores no cérebro em geral não atuam independentemente entre si. Assim, os níveis de receptores de

serotonina podem estar correlacionados com os níveis de muitos neurotransmissores e receptores diferentes, e cada um deles ou a combinação de todos pode contribuir para a espiritualidade. Ou o traço de autotranscendência poderia estar correlacionado com inúmeras outras características de personalidade, como felicidade ou grupo socioeconômico, que poderiam alterar os níveis de receptores de serotonina.

No século XIX, os frenologistas afirmavam que havia um órgão de espiritualidade no cérebro e que uma reentrância ou galo no meio da cabeça, logo abaixo do topo do crânio, era uma indicação da espiritualidade. Hoje, continua a pesquisa por uma parte específica do cérebro que estimule a espiritualidade - embora com abordagens um pouco mais sofisticadas. Alguns estudos relataram que pacientes com epilepsia lobotemporal muitas vezes passam por lampejos de espiritualidade, o que sugere que exista um “centro de Deus” em algum lugar do lobo temporal.[26] Em outros estudos bastante divulgados, os cientistas utilizaram estimulação magnética do crânio para ativar partes do cérebro e relataram que a estimulação do hemisfério direito aumenta a probabilidade de os pesquisados descreverem a experiência de “sensação de presença” do tipo espiritual. Esses resultados foram controversos, e sugere-se que podem representar um resultado experimental causado pela influência da sugestão.[27] Tais resultados são ainda mais complicados pelo fato de que as experiências religiosas ou a “sensação de presença” são subjetivas, na melhor das hipóteses, e muito influenciadas por fatores culturais, contexto e os muitos efeitos do *priming* que examinamos nos capítulos anteriores.

Outros estudos se basearam em lesões cerebrais para obter insights sobre a base neural da religiosidade. Um deles perguntava se o aspecto espiritual das pessoas mudava após parte do cérebro ser removida por cirurgia em consequência do tratamento de câncer cerebral. Aqui, o Inventário de Temperamento e Caráter foi utilizado para medir as visões religiosas e sobrenaturais das pessoas antes e depois da cirurgia. Considerando a gravidade do câncer cerebral e da cirurgia, com certeza não seria surpreendente se as pessoas mudassem de opinião sobre questões sobrenaturais, sobretudo as

relativas à religião e à vida após a morte (talvez os pacientes confiassem mais ou menos no apoio espiritual dependendo do resultado da cirurgia). Para fazer o controle, os investigadores separaram os pesquisados em grupos que teriam removidas as partes anteriores ou posteriores do córtex parietal (a área atrás do lobo frontal). Em média, as pontuações de autotranscendência de pacientes que tiveram removida a parte posterior do córtex parietal (direito, esquerdo ou ambos os hemisférios) aumentaram após a cirurgia. Não foi observada mudança significativa nas pontuações de pacientes que tiveram removida a porção anterior do córtex parietal. Marcadamente, nenhum dos outros traços de caráter do Inventário de Temperamento e Caráter, que inclui medições de busca de novidade e autocontrole, foi muito diferente antes e após a cirurgia - uma constatação compatível com a noção de que muitos aspectos da cognição são distribuídos por muitas áreas do cérebro e, assim, resistentes a lesões localizadas (o que foi chamado de degradação harmoniosa no Capítulo 3).

Esse estudo parecia sugerir que o córtex parietal posterior seja responsável em parte por amortecer as crenças sobrenaturais das pessoas. Entretanto, outras interpretações são possíveis. Por exemplo, essa área geral do cérebro também tem sido ligada à nossa sensação de consciência corporal e, considerando que a espiritualidade possa estar relacionada com a capacidade de se ver fora do corpo (“experiências de sair do corpo”), os autores destacam que os resultados podem estar ligados a uma sensação alterada de espaço pessoal e extrapessoal.[28] Entretanto, independentemente da explicação final dos resultados, o estudo sugere que a espiritualidade não é uma característica necessariamente inseparável de outras dimensões de nossa personalidade.

Muitos neurocientistas (é provável que a maioria) não esperam encontrar um único “centro de crença” no cérebro, tanto quanto esperam encontrar uma única área responsável por amor ou inteligência. Em conjunto, as provas acumuladas até agora sugerem ser provável que as crenças religiosas envolvam uma rede distribuída de diferentes áreas do cérebro que funcionam como um comitê. Por exemplo, um estudo de imagem cerebral conduzido pelo

neurocientista e autor Sam Harris examinou padrões de ativação cerebral em resposta a afirmações religiosas e não religiosas, como “Jesus literalmente nasceu de uma virgem” e “O parto pode ser uma experiência dolorosa”. O estudo revelou que os dois tipos de questões produziam padrões diferentes de atividade por ampla rede de áreas do cérebro e que os padrões eram semelhantes independentemente de os pesquisados serem crentes ou incrédulos.[29]

Ainda é muito cedo para fazer qualquer afirmativa conclusiva em relação à base neural das crenças religiosas e sobrenaturais, mas parece claro que, da mesma forma que com traços de personalidade mais complexos, não existe um único “centro de Deus”, “gene de Deus” ou “neurotransmissor de Deus”. Além disso, se existir uma base genética para nossas crenças sobrenaturais, é possível que estejamos formulando a pergunta errada. Seria melhor não perguntar se as crenças sobrenaturais foram programadas no cérebro humano, mas supor que representam o estado inicial do cérebro e que as recentes pressões evolutivas abriram as portas para explicações que não são sobrenaturais (ou seja, naturais) para as questões que, no passado, escapavam de nosso alcance. Conforme já mencionado, os estudos de Jesse Bering e outros sugerem que é natural que as crianças suponham a existência de uma manifestação que sobreviva ao corpo físico. De fato, fica difícil ver como as crianças, assim como os primeiros seres humanos, poderiam ser algo diferente de dualistas inatos diante do grande aumento da ignorância espiritual sobre as leis naturais. Além disso, a observação de que a remoção cirúrgica de parte do cérebro aumenta a espiritualidade indica que as crenças sobrenaturais possam representar o estado inicial e que desenvolvemos mecanismos capazes de abafar tais crenças.

De onde vem a vida? Responder que um deus criou a vida, seja Zeus, Vishnu ou o Invisível Unicórnio Rosa é mais atraente do que afirmar que a vida é o resultado de complexas reações bioquímicas esculpidas pela seleção natural ao longo de bilhões de anos. Parece totalmente lógico que algo tão complexo como a vida exija planejamento. O bug cerebral está no fato de que, por algum motivo,

quando nos dizem que deus criou a vida, não perguntamos automaticamente: “Mas espera aí um minuto, quem criou Deus?” O cérebro parece aceitar naturalmente que um agente seja uma explicação razoável e que não seja necessário dizer mais nada. Essa falácia é quase associativa por natureza; as palavras *criar* e *fazer* e suas correlatas carregam com elas implícitas associações sobre agente e intenção.

Se o dualismo é nosso estado inicial, talvez não devamos pensar em como as crenças sobrenaturais evoluíram, mas como passamos a buscar e aceitar respostas baseadas nas ciências e na natureza para os mistérios da vida, do universo e de tudo. Se pudéssemos dizer que outros animais pensam, parece que sua visão de mundo seria mais parecida com as nossas crenças sobrenaturais, isto é, que a maioria das coisas seria indistinguível de mágica. O que diferencia o cérebro humano do de outros animais não é a tendência a acreditar em mágica, mas a capacidade de *não* acreditar em mágica. Talvez o sistema automático do cérebro seja dualista inato e que, por meio do conhecimento e educação adquiridos, o sistema reflexivo consiga abraçar explicações materialistas para fenômenos que intuitivamente parecem exigir explicações sobrenaturais.

Independentemente da base neural das crenças religiosas e sobrenaturais, voltamos ao fato de que elas possuem imensa influência em nossa vida. Em minha visão, influência demais para estar apenas pegando carona em outras faculdades. Suspeito que as crenças religiosas se beneficiem de um status privilegiado e programado, que se traduz em crescente poder de negociação com as partes do cérebro mais racionais. Da mesma forma que a maioria das características complexas, esse estado neural especial não teria surgido em uma única etapa, mas deve ter evoluído através de um processo de várias etapas:

> Primeiro, há milhões de anos, nos primeiros dias da expansão do córtex hominídeo, uma tendência de rotular perguntas como tratáveis ou insolúveis pode ter fornecido um meio para priorizar o uso dos novos recursos computacionais. Nesse estágio inicial, a capacidade de separar pensamentos nas categorias

natural e sobrenatural teria se mostrado adaptativa aos indivíduos: os que conseguiam distinguir de pronto questões respondíveis e irrespondíveis mostravam maior aptidão em aplicar as habilidades de solução de problemas na direção de empreendimentos que aumentavam o sucesso reprodutivo.

> Segundo, como proposto pela teoria da seleção de grupo, quando os genes que favoreciam as crenças sobrenaturais estavam no grupo, eles podem ter sido mais moldados e selecionados porque as religiões ancestrais forneciam uma plataforma para um salto na quantidade de cooperação e altruísmo.

> Terceiro, nos últimos 10 mil anos, os traços dos estágios um e dois geneticamente codificados foram enfim cooptados para iniciar a transição dos sistemas primitivos de crença para as religiões modernas que estavam mais adaptadas para organizar melhor e controlar as populações cada vez maiores que surgiram após o advento da agricultura. A natureza multifacetada das religiões modernas é resultante da complexidade das habilidades cognitivas que elas cooptaram, incluindo a distinção primordial entre fenômenos naturais e sobrenaturais, assim como as habilidades cognitivas existentes por motivos alheios à religião, como sugerido pela teoria do subproduto.

Em 2009, surgiu um debate nacional no Brasil sobre o caso de uma menina de 9 anos de uma cidade pequena da Região Nordeste que ficou grávida de gêmeos após ser estuprada pelo padrasto. Sob conselho médico - devido ao risco potencial de vida para uma menina de 9 anos levar a gravidez de gêmeos até o fim -, a mãe decidiu que a filha deveria fazer um aborto (procedimento ilegal no Brasil, exceto em casos de estupro ou quando a vida da mãe está em perigo. Nessa situação, ambas as condições eram verdadeiras). Após saber do caso, o arcebispo da cidade de Recife fez tudo o que estava ao seu alcance para impedir que o aborto fosse realizado.

Não conseguindo fazê-lo, invocou a lei canônica (as regras e códigos que governam a Igreja Católica) para administrar a mais severa punição dentro de sua limitada jurisdição. Ele excomungou a mãe e os membros da equipe médica que realizou o aborto. O padrasto, porém, manteve-se em boa posição com a Igreja Católica. Em uma entrevista, o arcebispo ilustrou com maestria por que a fé cega pode ser considerada um bug cerebral: “Se uma lei humana contradiz uma lei divina (neste caso, a lei que permitiu o procedimento), essa lei não tem valor.”[30] Muitas pessoas se associaram à noção de que a religião é a fonte de orientação moral, mas quando as pessoas são aliviadas do peso dos ensinamentos religiosos, nesse caso parece que a única conclusão racional é que a transgressão moral mais grave foi a do padrasto e não da equipe médica.[31]

O paleontólogo Stephen Jay Gould acreditava que a ciência e a religião representavam dois “magistérios que não se sobrepõem”, e um não tem nada a dizer sobre o outro.[32] Talvez as categorias de crença natural e sobrenatural evoluíram a princípio para convencer Gould (e todos os demais) de que esse seja o caso. A aceitação incorporada desses dois magistérios que não se sobrepõem isentou nossos ancestrais de tentarem entender um conjunto muito amplo de fenômenos naturais além de seu alcance cognitivo e lhes permitiu concentrar seu poder neocortical para resolver problemas mais pragmáticos para a sobrevivência. Além disso, dado o grande corpo de dados históricos e contemporâneos que estabelecem o poder de veto da fé sobre a razão e os instintos básicos, parece provável que as crenças sobrenaturais não representem apenas um subproduto de outras habilidades mentais. Pelo contrário, elas podem ter sido programadas em nosso sistema operacional neural, onde o status privilegiado torna difícil que as reconheçamos como um bug cerebral.

Corrigindo bugs

O eterno mistério do mundo é o fato de ele ser compreensível.
Albert Einstein

Em 1905, um cidadão suíço recém-naturalizado que trabalhava em um escritório de patentes publicou quatro artigos nos *Annals of Physics*. O primeiro resolveu um mistério relacionado com as propriedades da luz, e sugeria que a energia em partículas de luz assumia valores definidos em vez de qualquer valor possível em um *continuum*. O segundo artigo provou em bases teóricas que pequenas partículas de matéria na água exibem um movimento aleatório observável em função do movimento das moléculas de água, o que confirmou que a matéria era feita de átomos. O quarto artigo estabeleceu uma equivalência entre massa e energia, e foi eternizado pela fórmula $E = mc^2$. Porém, foi o terceiro artigo que se aventurou em um reino tão surreal e absurdo que fica difícil compreender como um dispositivo computacional concebido pela evolução conseguiu recorrer a ele. O cérebro humano se desenvolveu sob pressão para proporcionar ao seu dono vantagens reprodutivas em um mundo em que os materiais macroscópicos eram importantes, como pedras, bananas, água, cobras e outros homens. O cérebro humano com certeza não foi concebido para entender que tempo e espaço não são o que parecem. Ainda assim, o terceiro artigo de Einstein, em 1905, afirmava que o tempo e o

espaço não eram dimensões absolutas e independentes, mas que estavam inextricavelmente entrelaçados.[1] O que veio a ser conhecido como a teoria da relatividade especial de Einstein estipulou que, toda vez que aceleramos um carro, sem nos darmos conta, deformamos o tempo e o espaço.

Se você alguma vez se perguntou sobre a possibilidade de o cérebro de quem estabeleceu as bases da física moderna ter sido, de alguma forma, diferente em essência dos outros cérebros do planeta, não está sozinho. O cérebro de Einstein foi salvo da cremação e preservado para estudos futuros. Claro que ele era constituído das mesmas unidades computacionais (neurônios e sinapses) que todos os outros cérebros do planeta e, de forma geral, destaca-se, no que se refere à anatomia, de qualquer maneira óbvia.[2] E com toda a certeza, ele possui as mesmas falhas e bugs que os nossos.

Ao longo da história, alguns cérebros têm impulsionado a ciência e a tecnologia a novos domínios, enquanto outros continuam a adotar a astrologia, a superstição, as mulheres virgens que dão à luz, as cirurgias mediúnicas, o criacionismo, a numerologia, a leitura de tarô e muitas outras crenças enganosas que deveriam ter sido extintas há muitos anos. O fato de o mesmo dispositivo computacional, o cérebro humano, ser a fonte de genialidade e criatividade fantásticas de um lado e de tolice e irracionalidade de outro lado não é tão paradoxal como pode parecer. Como o jogador de futebol que é um ginasta medíocre, a genialidade está, em geral, restrita a um domínio bastante estreito. Embora tenha sido um homem sábio em qualquer medida, as ideias de Einstein em fisiologia, biologia, medicina ou artes não justificavam grande distinção, e, mesmo no campo da física, Einstein esteve errado em algumas situações importantes. Determinista por natureza, ele acreditava que o comportamento e a posição de partículas subatômicas poderiam ser determinados com certeza, mas quase um século de teoria da física quântica e de experimentos nos ensinaram o contrário. Outro grande homem da ciência, Isaac Newton, é conhecido por suas inovadoras contribuições para a física clássica e a matemática, mas, segundo alguns relatos, esses

empreendimentos eram seu hobby, e boa parte de sua energia intelectual foi direcionada para a religião e a alquimia.

Somos todos especialistas na aplicação da lógica e da razão em uma área de nossa vida, enquanto, com prudência, as evitamos em outras. Conheço alguns cientistas que são darwinistas inequívocos no laboratório, mas criacionistas de coração aos domingos. Impomos regras com razoável facilidade, e aquilo que se aplica aos outros não parece se aplicar a nós. Sem que pareça haver qualquer justificativa, tratamos algumas pessoas com respeito e carinho, mas outras com desprezo e ódio. A percepção da melhor solução para um problema não varia apenas de um indivíduo para outro, mas pode mudar de um dia para outro em um mesmo indivíduo. Pelo fato de nossas decisões serem resultantes de um equilíbrio dinâmico entre sistemas diferentes dentro do cérebro (cada um com ruídos e sujeito a vários desvios emocionais e cognitivos) habitamos simultaneamente várias localizações dentro do *continuum* irracional-racional.

CONVERGÊNCIA DO BUG CEREBRAL

Um paradoxo da cultura humana reside no fato de que muitas das inovações tecnológicas e biomédicas que revolucionaram a forma como vivemos e por tanto tempo têm recebido forte oposição desde o início. Isso vale não só para aqueles que não compreendem a ciência por trás de cada inovação, mas para os cientistas. O físico Max Plank fez uma alusão a esse fato: “Uma nova verdade científica não obtém êxito por convencer seus oponentes e por fazê-los ver a luz, mas porque seus oponentes acabam morrendo, e surge uma nova geração mais familiarizada com ela.”[3] Muitos estão vivos hoje somente por terem se beneficiado dos inúmeros avanços na medicina e na saúde pública ao longo do último século, passando pelas vacinas e antibióticos, e chegando às técnicas cirúrgicas modernas e às terapias contra o câncer. Mesmo assim, muitos dos avanços biomédicos transformadores têm recebido significativa resistência, das vacinas aos transplantes de órgãos e fertilização *in vitro*. Hoje em dia, o mesmo vale para a pesquisa com células-

tronco. Justifica-se uma suspeita saudável em relação às novas tecnologias, mas como ficou demonstrado pela lenta resposta às descobertas de Ignaz Semmelweis sobre as causas da doença puerperal, nossa hesitação em abraçar as mudanças ultrapassa em muito uma cautela racional.

Considere a crença popular, ao longo da primeira década do século XXI, de que o autismo seria causado pelas vacinas. Essa hipótese específica foi desencadeada por um artigo científico, publicado em 1998, em que 10 dos 13 autores recolheram posteriormente suas contribuições por causa de falhas graves no trabalho e depois foi constatado que alguns dos dados tinham sido falsificados. Dezenas de artigos científicos em todo o mundo têm cuidadosamente buscado alguma conexão entre autismo e vacinas, e vêm concluindo que não há qualquer relação.[4] Mesmo assim, por causa dessa suposta ligação, os índices de vacinação em alguns países caíram, o que aumentou o risco de crianças morrerem por doenças que já tinham sido combatidas com sucesso em outras situações. Não sabemos por que certas noções são, de certo modo, imunes aos fatos. Porém, no caso da ligação autismo-vacina, é possível que alguns bugs cerebrais sejam os culpados. Os conceitos de autismo e de vacina são bastante conhecidos (sobretudo para aqueles com parentes que tenham a doença) e é provável que estejam bem representados dentro de nossos circuitos neurais, o que facilita a formação de uma forte associação entre os nódulos “autismo” e “vacina”. Já vimos que uma das características da memória humana é o fato de não existir uma maneira conveniente de apagar informações. Claro que atualizamos informações o tempo todo, mas, embora eu saiba que Plutão não é mais um planeta, é provável que os nódulos “planeta” e “Plutão” estarão bastante interligados em meus circuitos neurais até o dia de minha morte. Uma vez estabelecida em termos neurais, a associação entre “autismo” e “vacinas” tem um poder inconsciente de permanência. Mesmo que essa ligação pudesse ser apagada, o que tomaria seu lugar como causa do autismo? Que o autismo é um distúrbio poligênico do desenvolvimento que pode depender de fatores ambientais?[5] Algumas falácias perseveram justamente por

causa de sua simplicidade: elas fornecem um alvo facilmente identificável que repercute com a forma pela qual o cérebro armazena informações. É mais fácil lembrar e entender uma manchete que sugere uma ligação entre autismo e vacinação do que uma que sugere uma ligação entre autismo e um conjunto ainda não identificado de genes e fatores ambientais.

É provável também que o movimento autismo-vacina tenha resistido por causa do medo (presumivelmente inato) de termos substâncias estranhas em nosso corpo. Além da barreira física (a pele), desenvolvemos inúmeros comportamentos para diminuir as chances de que substâncias estranhas possam atravessar a superfície do corpo. Seja uma agulha ou os vírus “mortos” de uma vacina, desconfiamos de coisas que entrem em nosso corpo. De fato, grupos de movimentos contra a vacinação vêm protestando contra o uso de vacinas por mais de 200 anos.[6] Como os macacos, inatamente preparados para aceitar evidências de que as cobras são perigosas, parece que estamos muito ansiosos para abraçar qualquer evidência de que corpos estranhos no nosso organismo são ruins. É provável que esse fato não só contribua para boa parte do apelo da ligação autismo-vacina, mas também para o medo exagerado em relação aos alimentos geneticamente modificados.

Nossa adesão obstinada às crenças enganosas e irracionais é apenas um dos domínios para o qual nossos bugs cerebrais convergem com graves consequências. Outro é a arena política. Winston Churchill disse a famosa frase: “A democracia é a pior forma de governo, exceto todas as outras que temos tentado.”[7] A democracia é baseada na noção de que o povo é capaz de fazer julgamentos razoáveis sobre competência, inteligência e honestidade dos candidatos, bem como avaliar se suas opiniões estão de acordo com as nossas. Embora seja fácil assinalar o candidato na urna eletrônica, escolher de fato o melhor líder é uma tarefa complicada.

Os elementos que constituem o cérebro asseguram que ele esteja bem adaptado para reconhecer padrões, mas mal preparado para realizar cálculos. Onde cairia o voto entre os pontos fortes e fracos do cérebro? Em muitos países, os cidadãos precisam fazer

18 anos tanto para ter o direito de votar quanto para dirigir. Qual desses atos requer mais responsabilidade? Parece ser o de dirigir, pois exige um processo formal para se obter a carteira de motorista. A pergunta sobre que ato exige mais responsabilidade, dirigir ou votar, não é uma questão objetiva; um é uma maçã, o outro é um mamão. No entanto, talvez percebamos rapidamente a lógica de se exigir que os motoristas (e não os eleitores) passem por um teste porque é fácil visualizar os perigos de um motorista incompetente. A eleição de um líder incompetente pode, com certeza, gerar consequências bem mais trágicas do que as fatalidades automobilísticas e podem variar de guerras a políticas governamentais catastróficas. Por exemplo, o presidente Thabo Mbeki, da África do Sul, sustentou que a AIDS não seria causada pelo HIV e que poderia ser tratada pelo curandeirismo popular. Estima-se que suas opiniões moldaram uma política em relação à AIDS responsável por centenas de milhares de mortes.[8] Elegemos líderes ineptos o tempo todo; mas aprendemos com os nossos erros?

Desde o início, o processo democrático é prejudicado pela apatia que resulta da dificuldade em entender as consequências de um único voto em meio a um mar de milhões. Além disso, considere o que foi chamado de cegueira pela demora no Capítulo 4 (o fato de que animais e homens apresentam dificuldade para ligar os pontos quando existe uma longa demora entre as ações e as consequências). Se toda vez que votássemos, como em um passe de mágica, descobríssemos no dia seguinte se tínhamos feito a escolha certa ou errada, é provável que seríamos eleitores melhores. Porém, se levamos anos para descobrir que nossos representantes eleitos são totalmente incompetentes, a relação causal entre o fato de que nós os elegemos e o estado atual do país é, na melhor das hipóteses, confusa. A passagem do tempo apaga a responsabilidade e anula o feedback-padrão entre tentativa e erro, tão fundamental para o aprendizado. Nossa sede por gratificação imediata também exerce influência contra o comportamento racional na cabine de votação. No domínio da política, nossa falta de visão é expressa pelo apetite por recompensas “imediatas”. Essa tendência

explica, em parte, a eterna promessa de campanha de corte de impostos. Porém, os benefícios de curto prazo na forma de corte de impostos podem vir à custa dos investimentos em longo prazo na educação, pesquisa, tecnologia e infraestrutura, exatamente o que leva a uma economia saudável e a uma nação poderosa. Nossa mentalidade de curto prazo também alimenta a expectativa de que o governo tenha de resolver problemas complexos em pouco tempo, o que, por sua vez, incentiva os políticos a adotarem soluções de curto prazo que podem ser desastrosas em longo prazo.

Nossos bugs cerebrais influenciam quase todos os aspectos de nossa vida, mas, dentro de poucos domínios, muitos deles convergem, como no processo democrático. O candidato em quem votamos é bastante influenciado por uma mistura de bugs cerebrais, incluindo as falhas em nossos circuitos de memória, o pensamento de curto prazo, o medo, as crenças religiosas e nossa suscetibilidade à propaganda.

DUAS CAUSAS

Seja na cabine de votação, nos tribunais, no trabalho, nas compras ou em nossa vida pessoal, nossas decisões, frágeis e equivocadas, podem gerar profundas consequências. É claro que não existe uma explicação simples de por que nossos bugs cerebrais conseguem se expressar com tanta confiança em tantos contextos diferentes. Temos visto, porém, que duas causas se destacam. A primeira é nosso sistema operacional neural: um projeto genético arcaico que estabelece as instruções sobre como construir um cérebro. Esse projeto é o que assegura que cada um de nós tenha um tronco encefálico que cuide das tarefas básicas de nível simples, como respirar e controlar o fluxo de informações entre o corpo e o cérebro. Ele também é responsável por estabelecer as regras seguidas por neurônios e sinapses (e comanda como a criação moldará a natureza). Nosso sistema operacional neural vem com tendências incorporadas sobre como devemos nos comportar. Nossos circuitos de medo vêm com sugestões úteis sobre o que temer. Ele nos incentiva a descontar o tempo e nos empurra para a direção da

gratificação imediata. Além disso, talvez haja algumas linhas de código em algum lugar de nosso DNA que promova as crenças religiosas e sobrenaturais e que favoreça os circuitos responsáveis por essas crenças com influência desproporcional sobre o sistema reflexivo. Essas características da mente humana, meio pré-acondicionadas, não foram incorporadas em nosso sistema operacional neural no alvorecer do *Homo sapiens,* há menos de 200 mil anos, mas são resultantes de ajustes acumulados no sistema nervoso ao longo da evolução dos mamíferos.

As consequências de rodar um sistema operacional desatualizado são facilmente observáveis em muitas outras espécies. Os gambás têm uma inesquecível faixa branca e a capacidade de marcar um inimigo com um odor tão poderoso que pode condenar um predador à morte. Como já mencionamos, essas características fornecem um mecanismo de defesa único e poderoso, e é por isso que a atitude um pouco arrogante de não fugir nem lutar[1] está programada em seu sistema operacional neural: em reação à percepção de uma ameaça, o gambá apenas vira de costas, levanta o rabo e lança um jato de líquido. Um comportamento inato que lhe tem sido bastante conveniente - até começar a encontrar automóveis em velocidade.

Uma segunda causa de nossos bugs cerebrais é a natureza das unidades computacionais do cérebro e a arquitetura sobre a qual ela é construída. Os computadores armazenam memórias lançando 0s e 1s, e nossa herança genética é armazenada como sequências de A, G, T e C. Mas o cérebro guarda informação conforme o padrão de conexões entre os neurônios. A implantação dessa abordagem requer que a interligação entre os neurônios seja moldada pela experiência: os neurônios utilizados juntos ficam interligados. Isso é possível por causa da plasticidade sináptica e pelos receptores NMDA inteligentes que permitem que as sinapses “saibam” se os neurônios pré e pós-sinápticos estão em sincronia. Um fenômeno importante para o uso eficaz das informações armazenadas dentro de nossas redes neurais é o *priming.* toda vez que os neurônios que representam um conceito são ativados, eles enviam uma mensagem de “alerta” para seus parceiros. É como se toda vez que você

visitasse um site seu navegador carregasse antecipadamente e de forma sub-reptícia na memória todas as páginas da Web com as quais ele se liga, como se previsse o que poderia acontecer em seguida (acontece que esse recurso, chamado*prefetching,* existe em alguns navegadores).[9]

Apesar de serem poderosos e elegantes, a arquitetura associativa do cérebro e o *priming* são responsáveis em conjunto por muitos de nossos bugs cerebrais, que variam desde a nossa propensão a confundir nomes e misturar conceitos que estejam relacionados com os efeitos de enquadramento e ancoragem até a nossa suscetibilidade ao marketing e ao fato de que eventos irrelevantes possam influenciar nosso comportamento. Nossos circuitos neurais não apenas ligam conceitos relacionados como também as emoções e os estados do corpo associados a cada conceito. Por consequência, a mera exposição a alguma palavra pode contaminar nosso comportamento e nossas emoções. O fenômeno de *priming* semântico revela que, se duas palavras piscarem em rápida sucessão na tela de um computador, conseguimos reagir com mais rapidez se elas estiverem relacionadas entre si. Assim, reconhecemos mais rápido a palavra *calmo* se ela for precedida por *paciência do que se for* precedida por *jiboia.* Mas o cérebro não é um dispositivo computacional dividido em compartimentos. A atividade neural produzida pela palavra *paciência* pode vazar em outras áreas do cérebro e de fato influenciar o tempo que as pessoas esperam antes de interromper uma conversa em andamento.

Parece que, em algum nível, todas as coisas no cérebro estão conectadas com todo o resto: cada pensamento, emoção ou ação parece ser capaz de influenciar todos os demais. Alguns estudos têm relatado exemplos sutis, mas bastante diferentes, dessa interferência. Entre outros exemplos, um estudo mostrou que a estimativa de valor de uma moeda estrangeira é maior quando os participantes estão segurando uma prancheta mais pesada, como se o peso da prancheta fosse transmitido para o peso da moeda.[10] Outro estudo relatou que, quando se pede para pensarem sobre o futuro, as pessoas, sem perceber, se inclinam um pouco para a

frente.[11] Além disso, quem ainda não notou que tende a comprar menos alimentos durante a excursão semanal ao supermercado quando faz compras de estômago cheio? Quando seu "estômago" (mais precisamente, seu hipotálamo) está saciado, as estimativas sobre a quantidade de alimentos necessários para a semana são menores. A interação entre corpo e cognição tem sido chamada de *cognição incorporada.* Considera-se que essa interação reflita a ligação especial entre corpo e mente, mas pode apenas ser a consequência inevitável do fato de que os neurônios que são ativados juntos passam a ser direta ou indiretamente conectados. Por exemplo, a maioria das culturas enxerga o tempo como algo que se move para a frente; portanto, o futuro está à frente.[12] Por sua vez, o conceito de "avançar" precisa estar ligado a circuitos motores capazes de desencadear movimentos para a frente - se não fosse esse o caso, como entenderíamos automaticamente o comando "avançar" do controle remoto? Assim, a atividade dos neurônios que representam o futuro se propaga para os neurônios que representam o conceito "avançar", que, por sua vez, empurra os circuitos motores responsáveis pelo movimento para a frente.

As decisões que tomamos, em geral, se resumem a um grupo de neurônios ativados no lugar de outros. Se o garçom lhe pergunta se você quer um pedaço de cheesecake, sua decisão envolve os neurônios motores responsáveis por pronunciar "não, obrigado" ou "sim, por favor". Um único neurônio, por sua vez, "decide" se disparará integrando os sussurros e gritos de seus associados pré-sinápticos. Alguns dos seus parceiros o incentiva a disparar, enquanto outros tentam dissuadi-lo. De qualquer maneira, o neurônio não pode deixar de escutar e de ser influenciado, por pouco que seja, pelo que cada parceiro está dizendo. A vantagem é que nossos circuitos neurais levam em conta o contexto: entendemos de imediato as implicações diferentes da frase "você está com uma válvula ruim", dependendo de a pessoa que diz isso estar usando um jaleco branco ou um uniforme azul cheio de graxa. A desvantagem é que nossos circuitos neurais automaticamente levam o contexto em conta: parece inevitável que um procedimento

médico que apresente 95% de taxa de sobrevivência soe como uma alternativa melhor do que outro com taxa de mortalidade de 5%.

CORRIGINDO BUGS

Meu objetivo tem sido descrever algo sobre o que conhecemos do funcionamento do cérebro em relação às suas falhas, muito parecido com alguém que fosse estudar o corpo humano sob a perspectiva de suas doenças. Mas o que dizer sobre a cura? Podemos corrigir os bugs do cérebro?

As deficiências do cérebro como dispositivo computacional nunca foram um segredo. Há muito tempo, aprendemos a contornar suas idiossincrasias e limitações. Da primeira pessoa a amarrar um barbante no dedo para se lembrar de algo até o fato de nossos carros emitirem um som quando deixamos os faróis ligados, desenvolvemos várias estratégias para lidar com as limitações da memória. Os estudantes utilizam a mnemónica para criar frases com sentido, de forma a aproveitarem melhor a força natural do cérebro para lembrar listas ("meu método muito fácil parece inútil agora" para lembrar os planetas do sistema solar, por exemplo[2]). Os celulares e os computadores armazenam para nós a grande quantidade de números de telefone e de contas bancárias; agendas eletrônicas nos lembram onde e quando devemos estar e programas de computador nos avisam se esquecemos de anexar arquivos em nossos e-mails.

Fazemos terapia para corrigir os bugs de nossas fobias que geram circuitos de medo. E as pessoas se envolvem em muitos comportamentos que vão desde evitar situações específicas até buscar ajuda médica para diminuir os hábitos de fumar, beber e comprar.

Embora úteis, essas soluções alternativas relativamente simples de serem implantadas não resolvem os problemas maiores da sociedade, causados pelos desvios inerentes do cérebro. Para enfrentar as consequências em larga escala de nossos bugs cerebrais, sugere-se projetar as leis e os regulamentos para levarem em conta a nossa propensão a tomar decisões irracionais. Essa

abordagem foi chamada de *paternalismo assimétrico* pelo economista George Loewenstein e seus colegas, e de *paternalismo libertário* ou, mais intuitivamente, *arquitetura de escolha,* por Richard Thaler e Cass Sunstein.[13] O princípio dessa filosofia é que os regulamentos devem nos empurrar na direção de decisões que sejam de nosso interesse e de interesse da sociedade. Porém, esses regulamentos não devem restringir as opções disponíveis ou a nossa liberdade. Essa filosofia pode ser resumida pela lei que entrou em vigência em 1966, que determina que os maços de cigarros tragam advertências sobre a saúde. O governo não tornou os cigarros ilegais, o que poderia restringir nossa liberdade, mas tomou medidas para garantir que os malefícios do tabaco à saúde fossem conhecidos por todo mundo.

Somos confrontados por uma infinidade de decisões, à medida que seguimos pela vida moderna. Qual o valor do seguro a ser contratado para sua casa? Com quanto devo contribuir para meu plano de aposentadoria? Dada a complexidade e inevitável subjetividade dessas avaliações, muitas pessoas escolhem a opção-padrão, qualquer que ela seja, supondo que é a melhor escolha e que apresenta a vantagem de não exigir qualquer esforço ou reflexão adicional. A atração da opção-padrão, ou o que é chamado de *tendência pelo padrão,* é observada quando os novos empregados escolhem se desejam contribuir para um plano de aposentadoria com contribuição definida. Por causa de nossa tendência para o presente, as pessoas, muitas vezes, não poupam o suficiente para a aposentadoria, um problema que fica agravado se a opção-padrão não for apresentada. A arquitetura de escolha assegura que a opção-padrão deva ser a de inscrição automática, para contrabalançar a tendência onipresente pela gratificação de curto prazo. Estudos confirmam que a inscrição automática resulta em uma melhora significativa para a poupança da aposentadoria.[14] Outros exemplos de arquitetura de escolha seriam tão simples quanto colocar alimentos saudáveis nos locais mais visíveis e acessíveis de uma lanchonete. Visando atender à necessidade de doadores de órgãos, as leis estaduais deveriam mudar a opção-padrão para “consentimento presumido”, ao mesmo tempo em que

permitissem outra opção para qualquer pessoa que não queira ser doadora.[15]

Esses exemplos nos lembram de que nossos bugs cerebrais são vias de mão dupla. Se fatores arbitrários, como a maneira de formular perguntas, ou informações podem nos desviar do caminho, o enquadramento também pode ser utilizado para nos colocar de volta no caminho. De forma semelhante, vimos que um bug cerebral contribui para nossa suscetibilidade à publicidade porque, por sermos animais sociais, nos baseamos fortemente na imitação e na transmissão cultural. A imitação está programada em nosso cérebro, e estamos bastante sintonizados com o que pensam e fazem as pessoas ao redor. Assim, talvez não causem surpresa os resultados de estudos que mostram que um dos determinantes mais importantes para o comportamento das pessoas é o que elas pensam que os outros estão fazendo, e que isso pode ser usado para empurrá-las na direção de comportamentos mais sociais.

O psicólogo Robert Cialdini realizou um experimento simples, que demonstrou a eficácia da influência de colegas no fato de as pessoas resistirem ou não à tentação e obedecerem aos regulamentos do Parque Nacional da Floresta Petrificada do Arizona. Todo ano, o parque perde uma quantidade significativa de fósseis de madeira porque os visitantes levam "lembranças" petrificadas durante as visitas. Para diminuir o problema, foram colocadas placas para desencorajar a prática. No entanto, Cialdini e colegas ficaram pensando se a forma como a informação era enquadrada alteraria a eficácia das placas. Assim, colocaram duas placas diferentes em áreas com grande incidência de roubo. Em uma placa, estava escrito: "Muitos visitantes no passado retiraram madeira petrificada do parque e mudaram as condições naturais da Floresta Petrificada"; e mostrava uma imagem com três pessoas pegando fósseis. Na outra placa, estava escrito: "Por favor, não retire madeira petrificada do parque para preservar as condições naturais da Floresta Petrificada", junto com uma imagem de uma única pessoa pegando um fóssil. Eles também colocaram nos caminhos pedaços de madeira petrificada marcados para quantificar a eficácia das duas placas diferentes. Os resultados mostraram que,

nos caminhos com a primeira placa, 8% dos fósseis marcados desapareceram. Em contrapartida, esse número foi de apenas 2% nos locais em que a segunda placa foi colocada.[16] Parece que, na tentativa de desencorajar as pessoas a pegar os fósseis, a primeira placa incentivava o roubo, dando a impressão de que essa era a norma. Uma coisa é resistir à tentação de pegar uma pequena “lembrança” do parque nacional, outra completamente diferente é sentir como se você fosse o único a não pegar uma lembrança. É provável que essa mentalidade de massa também se aplique aos saques: se todos estão pegando produtos de graça, as pessoas podem mudar de um estado da mente em que sabem ser errado pegar objetos que não lhes pertencem para outro em que se sentem bobas por não aproveitarem a mesma oportunidade que as demais estão explorando.

Esse estudo fornece evidências de que os pontos principais da informação e a forma como ela é apresentada podem ser utilizados para encorajar comportamentos socialmente orientados. Outros estudos mostraram, de forma semelhante, que a utilização da ênfase sobre ações positivas de outras pessoas pode aumentar as atitudes amigáveis em relação ao meio ambiente ou o cumprimento de obrigações fiscais.

Poderíamos perguntar se alguns toques simples também poderiam ser usados para compensar nossos bugs cerebrais na cabine de votação. Nosso contato com o presidente, os senadores e os representantes que elegemos ocorre a certa distância, ao vermos suas entrevistas e debates durante as campanhas eleitorais. Porém, falta-nos uma constatação intuitiva sobre o que eles de fato fazem e a repercussão de suas decisões. É fácil visualizar a importância de nosso cirurgião cardíaco ser capacitado e inteligente; as consequências do erro do cirurgião estão à vista de todos, e poucas pessoas precisam ser alertadas de que, se seu cirurgião cardíaco for incompetente, você poderá morrer. Embora o trabalho de nossos representantes políticos tenha, em muitos aspectos, um peso maior do que o do cirurgião, a relação entre suas decisões e nossa vida é muito mais complicada e de difícil visualização. Fica difícil imaginar que muitas pessoas se contentariam em ter Dan Quayle ou Sarah

Palin como seu cirurgião cardíaco, mas muitas pessoas parecem se sentir confortáveis visualizando-os governando a nação mais poderosa do planeta. E se, na votação para presidente, as pessoas fossem lembradas do que está em jogo? Poderia ser pedido para o eleitor pensar em que candidato ele votaria se seu filho de 18 anos tivesse de ir para a guerra ou em qual confiaria mais para garantir que a economia nacional esteja robusta e solvente quando se aposentar. Quando o poder de nossos representantes eleitos for explicitado em termos pessoais, é possível que, pelo menos alguns eleitores, venham a reconsiderar sua fidelidade a candidatos que claramente não possuem experiência, capacidade e intelecto proporcional à tarefa em questão.

Não resta dúvida de que seria fundamental conceber regulamentos e apresentar informações públicas tendo em mente nossos bugs cerebrais. No entanto, isso teria um alcance limitado. A arquitetura de escolha se baseia em alguém, ou alguma organização, que decide o que seria de nosso melhor interesse, algo que poderia ser bem definido quando se trata de se associar a um plano de aposentadoria. Mas qual seria o padrão desejável para cobertura de seguro para proprietários de imóveis ou a melhor opção dentre o universo de diferentes planos de saúde? Além disso, muitas vezes o que é interessante para nós não o é para os outros, sobretudo para as empresas que nos vendem serviços, como as seguradoras de saúde ou de carro alugado. As companhias privadas existem para gerar lucros, e um princípio básico é que quanto mais dinheiro os clientes pagam, mais a empresa lucra. Com certeza, não se pode contar com as empresas para determinar as melhores opções-padrão. Mesmo os empregadores podem não estar interessados em maximizar os planos de investimento de seu quadro de pessoal, uma vez que, se “igualarem” as contribuições dos empregados, a empresa estará de fato lhes pagando mais. Devemos buscar políticas e regulamentos bem concebidos que contrabalancem a nossa tendência pelo padrão, a tendência pelo presente, a tendência para procrastinar e os hábitos não saudáveis. Porém, eles não podem ser implantados em caráter universal. Além disso, a arquitetura de escolha é, na melhor das hipóteses, um

paliativo, não uma solução definitiva. Grande parte dos estudos indica que o conteúdo da informação e o contexto em que ela está enquadrada são importantes, mas os efeitos são muitas vezes pequenos, embora ajudem algumas pessoas (mas longe de ajudar a todas) a melhorar suas decisões.

Algum dia, em um futuro distante, talvez venhamos a reprogramar o código genético que controla nossos circuitos de medo e, assim, eliminar nossa suscetibilidade à difusão do temor. Nesse dia distante, talvez venhamos a utilizar a capacidade de memória dos smartphones de forma mais íntima: ligando diretamente seus circuitos de silicone a nossas próprias próteses neurais. Até lá, porém, a correção dos bugs terá de se basear na mesma estratégia que trouxe o *Homo sapiens* de suas origens caçadoras-coletoras para o ponto em que conseguimos transplantar genes e órgãos de um indivíduo para outro: educação, cultura e uma forte deliberação.

Imagine separar dois irmãos gêmeos no nascimento e ter um bebê criado por recém-casados que são professores no colégio local e o outro pelos pirarrãs (a tribo de caçadores-coletores da Amazônia brasileira). Passados cinco anos, um dos gêmeos saberá de cor as aventuras de *Dora, a aventureira,* como usar um celular e como falar muito bem português; o outro saberá pescar, nadar e dominará o que talvez seja o mais difícil de todos os idiomas. Passadas duas décadas, o primeiro poderá estar na faculdade, aprendendo a relatividade especial, enquanto o outro poderá utilizar suas habilidades consideráveis para dar alimento e abrigo para sua família. Apesar de as computações adotadas serem bem diferentes, ambos os gêmeos estarão aplicando o mesmo dispositivo computacional pronto para uso, sem qualquer necessidade de um agente externo, como um programador de computador, para desenvolver e instalar pacotes de software de português ou de pirarrã - a cultura é o programador. Por isso, pode-se dizer que o cérebro é um dispositivo computacional aberto. Sim, ele é limitado pelas fronteiras estabelecidas pelo nosso sistema operacional neural: nunca conseguiremos manipular números com a precisão e a velocidade de uma calculadora. Sempre teremos lapsos de

memória e limites de capacidade, um módulo de medo desatualizado e uma ampla coleção de desvios cognitivos. Ainda assim, o cérebro humano permanece único em sua capacidade de se adaptar a ambientes desconhecidos e de lidar com problemas que a evolução nunca previu.

O cérebro é definido pela própria capacidade de mudança. O emaranhado irremediavelmente complexo de axônios, dendritos e sinapses dentro de nosso crânio não forma uma escultura estática, mas dinâmica. Nossas experiências, cultura e educação reprogramam os circuitos neurais, que, por sua vez, moldam nossos pensamentos, ações e decisões, que, por sua vez, alteram nossas experiências e cultura. Por esse ciclo infinito, aumentamos tanto o tempo médio que cada um de nós habita o planeta quanto a qualidade de nossa estada. Superamos muitos de nossos preconceitos e, pelo menos em princípio, passamos a aceitar que cada indivíduo tenha os mesmos direitos e liberdade. Apesar da incapacidade do cérebro de armazenar e manipular grandes números, projetamos máquinas que realizam esses cálculos para nós. Avançamos além do estágio de oferecer sacrifícios humanos para deuses que criamos à nossa própria imagem. Embora o cigarro continue sendo uma grave ameaça à saúde, cada vez menos jovens começam a fumar graças a campanhas educacionais. E um pouco de ceticismo e de bom senso representaram um avanço significativo no sentido de nos proteger da publicidade flagrantemente enganosa e da demagogia política.

Ao longo do milênio, nosso sistema reflexivo consciente se desenvolveu para um estágio singular: um estágio que permite ao cérebro olhar de maneira narcisista para o próprio funcionamento interno. À medida que essa jornada interna progride, continuaremos a revelar as causas de nossas muitas falhas. No entanto, como os que usam o recurso de adiantar o relógio em cinco minutos para compensar os permanentes atrasos, devemos utilizar o conhecimento da neurociência e da psicologia para nos ensinar a reconhecer e compensar os bugs cerebrais, processo esse que, sem dúvida, será acelerado ao ensinarmos às crianças os pontos fortes e fracos de seu órgão mais importante. Dada a abrangência

das falhas do cérebro, e o mundo cada vez mais complexo e pouco realista em termos ecológicos em que estamos inseridos, aceitar nossos bugs cerebrais será um passo necessário na direção de uma contínua melhoria de nossa vida e da vida de nossos vizinhos, próximos ou distantes.

---

1 *Nota do Tradutor.* A reação de “lutar ou fugir” foi originalmente descrita por Walter Bradford Cannon. Sua teoria afirma que os animais reagem às ameaças com uma descarga do sistema nervoso simpático, preparando o animal para lutar ou fugir. Essa resposta foi, mais tarde, reconhecida como a primeira etapa de uma síndrome de adaptação geral que regula a reação ao estresse entre os vertebrados e outros organismos.

2 *Nota do Tradutor:* Referência do autor à frase mnemónica utilizada para lembrar os planetas: “**m**y **v**ery **e**asy **m**ethod **j**ust **s**eems **u**seless **n**ow”: **M**ercúrio, **V**ênus, Terra (**E**arth), **M**arte, **J**úpiter, **S**aturno, **U**rano, **N**etuno.

NOTAS

Introdução

1 Proctor, 2001.
2 Tversky e Kahneman, 1981; De Martino *et al.,* 2006; Berger *et al.,* 2008.
3 Eu gostaria de, mais em causa própria, utilizar a expressão *bugs cerebrais,* não apenas para me referir aos desvios cognitivos (Capítulo 7), mas também às nossas falhas de memória, suscetibilidade à propaganda e difusão do medo, e nossa propensão a aceitar crenças sobrenaturais. Em resumo, todo e qualquer aspecto do comportamento humano que possa gerar comportamentos e decisões irracionais e prejudiciais. Com certeza, como discutiremos em mais profundidade, o mesmo aspecto cognitivo pode ser benéfico em alguns contextos e prejudicial em outros (os bugs de computação podem ser inofensivos em muitas situações e problemáticos em outras). Piattelli-Palmarini utilizou a expressão *túneis mentais* para se referir aos desvios cognitivos a que estamos sujeitos (Piattelli-Palmarini, 1994). Brown e Burton (1978) utilizaram o termo *bugs* para se referir aos tipos de erros de adição e subtração cometidos por crianças. Robert Sapolsky também escreveu um artigo sobre “Bugs in the Brain”. Entretanto, o termo foi usado literalmente para se referir a parasitas que vivem no cérebro e influenciam o comportamento (Sapolsky, 2003).
4 McWeeny *et al.,* 1987; Burke *et al.,* 1991.
5 Esse procedimento para estudar erros de memória é chamado de DRM (Roediger e McDermott, 1995).
6 Michael Luo, “Romney’s slip of tongue blurs Osama and Obama”, *The New York Times*, 24 de outubro de 2007.
7 Os CAPTCHAs não são de fato um teste de Turing, mas podem ser considerados o inverso do teste de Turing, que

permite aos computadores identificar positivamente os seres humanos. A vantagem dos CAPTCHAs é que eles fornecem um teste rápido, objetivo e fácil de administrar.

8 Basear o CAPTCHA na análise de fotos levanta o problema de catalogar de fato o que está em uma foto para determinar se a resposta está certa ou errada. Esse problema pode ser resolvido durante o teste ao pedirmos que os indivíduos interpretem uma foto já catalogada e uma nova durante cada teste, e ao pedirmos que essa nova foto seja interpretada por muitos indivíduos diferentes. Ao fazermos a referência cruzada das respostas dadas por várias pessoas, é possível estabelecer, de forma automática, as respostas corretas. Ao usarmos testes cada vez mais complexos, é provável que, pelo menos por um tempo, continuemos a conseguir gerar testes decisivos que somente os homens consigam passar.

9 Turing, 1950.

10 O livro de Stanislas Dehaene, *The Number Sense* (1997), oferece um excelente debate sobre as habilidades numéricas de homens e animais, bem como um olhar sobre os limites extremos das habilidades matemáticas dos seres humanos.

11 Matemáticos talentosos muitas vezes relatam ter desenvolvido uma afinidade por números específicos, e cada número pode ter certa personalidade. Por exemplo, o 97 é o maior número primo de dois dígitos e 8.633 é o resultado da multiplicação dos dois maiores números primos de dois dígitos. Entretanto, não parece que tenham um sentimento intuitivo específico para distinguir a diferença quantitativa entre 8.633 e 8.634, da mesma forma que não temos para os números 1 e 2.

12 Quatro.

13 Esses números são apenas estimativas. O valor de 90 bilhões de neurônios vem de um estudo recente baseado no fracionamento da célula (Herculano-Houzel, 2009). A estimativa de 100 trilhões de sinapses vem de estudos que sugerem que, em média, os neurônios corticais recebem bem mais de 1.000 sinapses (Beaulieu *et al.,* 1992; Shepherd, 1998) e pela multiplicação desse valor pelo número de neurônios (mas observe que o tipo mais comum de neurônio no cérebro, as

células granulares do cerebelo, de fato recebem muito poucas sinapses - em torno de 10). A estimativa de 20 bilhões de páginas na internet foi baseada no valor de 2010, extraído do site http://www.worldwidewebsize.com/ (indicador do Google). Considero a estimativa de 1 trilhão de links um exagero; baseei-me no número médio de links por página vezes o número total de páginas; as estimativas do número médio de links em uma página são inferiores a 10 (Boccalettii *et al.,* 2006), mas, para assegurar uma avaliação para mais em vez de subavaliar, utilizei o valor de 50.

14 McGurk e MacDonald, 1976. Existem muitas demonstrações na Web sobre esse efeito, inclusive a do endereço www.brainbugs.org.

15 A noção de que aprendizado e cognição se baseiam em associações entre eventos e conceitos que ocorrem ao mesmo tempo ou de forma sequencial (contígua) é antiga na filosofia e na psicologia. De Aristóteles, passando por John Locke, James Mills, John Watson e, mais tarde, Donald Hebb, e muitos modelos do "conexionismo", a formação de associações é fundamental para o condicionamento clássico e operante, aquisição de linguagem e cognição em geral. Porém, como destacou Steven Pinker, não há dúvida de que existam outros princípios que contribuam para a geração e organização da cognição humana (Pinker, 1997, 2002). Entretanto, não há controvérsia em relação à importância das associações nos processos mentais. Em neurociência, a importância das associações é reforçada pelo fato experimental de que, como previsto por Donald Hebb e outros, quando dois neurônios são ativados de forma confiável em estreita proximidade temporal, a sinapse entre eles pode ser fortalecida.

16 Plassmann *etal.,* 2008.

17 Linden, 2007.

18 Richard Dawkins se referiu a isso como "errar o alvo" (Dawkins, 2006).

19 Routtenberg e Kuznesof, 1967; Morrow *et al.,* 1997.

Capítulo 1

1 Brownell e Gardner, 1988.
2 Respostas de uma classe de graduandos em psicologia: zebra, 20; elefante, 12; cachorro, 9; girafa, 6; leão, 6; chita, 3; cavalo, 3; tigre, 3; gato, 2; golfinho, 2; urso, 1; vaca, 1; enguia, 1; canguru, 1; dragão de komodo, 1; panda, 1; coelho, 1; "peixe", 1; baleia, 1.
3 Purves *et al.,* 2008.
4 Collins e Loftus, 1975; Anderson, 1983.
5 Watts e Strogatz, 1998; Mitchell, 2009.
6 Nelson *et al.,* 1998.
7 Quiroga *et al.,* 2005.
8 A força dos links entre os nódulos pode ter duas bases neurobiológicas relacionadas: (1) a força das sinapses entre os neurônios que participam de cada nódulo e (2) a sobreposição nos neurônios que participam de cada nódulo. Isto é, os nódulos de conceitos relacionados, como "cérebro" e "mente", podem "compartilhar" muitos de seus neurônios. Quanto mais houver neurônios "compartilhados", mais forte será o "link" entre os conceitos ou "nódulos" (Hutchison, 2003).
9 Goelet *et al.,* 1986; Buonomano e Merzenich, 1988; Martin *et al.,* 2000; Ma-lenka e Bear, 2004.
10 Babich *et al.,* 1965; Rosenblatt *et al.,* 1966.
11 Cajal, 1894. Kandel fornece um maravilhoso relato histórico das teorias de aprendizagem e memória (Kandel, 2006).
12 Bliss e Lomo, 1973.
13 Hebb, 1949.
14 A demonstração de que a atividade emparelhada pré e pós-sináptica pode provocar uma potenciação de longo prazo é um exemplo de "múltiplas vezes" em ciência. O fenômeno foi demonstrado mais ou menos ao mesmo tempo em quatro laboratórios diferentes: Gustafsson e Wigstrom, 1986; Kelso *et al.,* 1986; Larson e Lynch, 1986; Sastry *et al.,* 1986.
15 Kandel *et al.,* 2000; Malenka e Bear, 2004.
16 Na verdade, não existe uma única regra de Hebb, mas uma mistura de regras relacionadas. Por exemplo, a relação temporal precisa entre neurônios pré e pós-sinápticos é muitas vezes importante; especificamente, as sinapses tendem a ficar

mais fortes se o neurônio pré-sináptico disparar antes do neurônio pós-sináptico. Porém, tendem a ficar mais fracas se os eventos ocorrerem na ordem inversa (Abbott e Nelson, 2000; Karmarkar *et al.,* 2002).

17 Como afirmou o psicólogo James McClelland: “Pense no que acontece quando uma criança pequena vê pirulitos diferentes. Cada vez que ela vê um algum adulto está dizendo ‘pirulito’ (...). Vamos supor que a visão do pirulito dê origem a um padrão de ativação sobre um conjunto de unidades e que o som da palavra dê origem a um padrão de ativação de outros conjuntos de unidades. Após cada experiência de aprendizado da visão de um pirulito, acompanhada do som da palavra, as conexões entre os nódulos visuais e auditivos são aumentadas” (McClelland, 1985). No entanto, os mecanismos pelos quais as associações são formadas devem ser muito mais complexos, e não são totalmente compreendidos. Por exemplo, é provável que um componente fundamental do aprendizado seja o de que alguns neurônios já estejam conectados mais ou menos ao acaso. Se eles ativarem ao mesmo tempo, essas sinapses sobrevivem e são fortalecidas, enquanto as sinapses entre neurônios que não se ativam ao mesmo tempo são perdidas ou podadas.

18 Vikis-Freibergs e Freibergs, 1976; Dagenbach *et al.,* 1990; Clay *et al.,* 2007.

19 Wiggs e Martin, 1998; Grill-Spector *et al.,* 2006; Schacter *et al.,* 2007 discutem alguns modelos de *priming*. Uma possibilidade é que o *priming* possa ser resultado de mudanças de curta duração na força sináptica. Além das mudanças em longo prazo na força sináptica, que fundamentam a memória de longo prazo, as sinapses podem ficar mais fortes ou mais fracas sempre que são usadas. Dependendo das sinapses envolvidas, essas mudanças podem durar até alguns segundos (Zucker e Regehr, 2002). Sob essa hipótese, a exibição da palavra *pão* ativaria uma população de sinapses, algumas das quais iriam também ser ativadas, na sequência, pela palavra *manteiga*, mas, por conta da plasticidade sináptica de curto prazo, elas seriam mais fortes na segunda vez, pela facilidade, ou *priming*,

da ativação dos neurônios que representam *manteiga.* É possível que o*priming* seja resultante de uma forma específica de plasticidade sináptica de curto prazo, comum em sinapses inibitórias, conhecidas como depressão por pulso pareado. Nesse cenário, os neurônios ativados pela palavra estimuladora iriam formar sinapses com neurônios inibitórios locais perto dos neurônios que representam a palavra-alvo. Em resposta ao *priming,* esses neurônios inibitórios disparariam; quando o alvo fosse exibido, esses mesmos neurônios inibitórios seriam ativados de novo, mas suas sinapses seriam mais fracas como resultado da depressão por pulso pareado.

O resultado líquido seria a alteração do equilíbrio normal entre excitação e inibição presente em circuitos neurais na direção da excitação, facilitando a ativação dos neurônios-alvo.

20 Brunel e Lavigne, 2009. Observe que esse e outros modelos podem não se basear na noção de que a atividade se propaga de um nódulo para outros relacionados, mas no fato de que representações relacionadas possuam nódulos compartilhados, isto é, que exista uma sobreposição entre neurônios que representam conceitos relacionados.

21 Castel *et al.,* 2007.

22 http://www.ismp.org/Tools/confuseddrugnames.pdf, acessado em 10 de novembro de 2010.

23 Cohen e Burke, 1993; James, 2004.

24 Você pode pegar uma variedade de Testes de Associação Implícita no site: http:// implicit.harvard.edu/implicit. Os resultados o informarão se possui um desvio de associação implícita, mas não fornecem seu tempo de reação.

25 Greenwald *et al.,* 1998.

26 Nosek *et al.,* 2009.

27 Galdi *et al.,* 2008.

28 Bargh *et al.,* 1996.

29 Williams e Bargh, 2008. Outro estudo examinou a visão estereotipada de que as mulheres são piores em matemática do que os homens e de que os asiáticos possuem habilidades quantitativas superiores às dos não asiáticos. Foi pedido a dois grupos de mulheres asiáticas norte-americanas que

realizassem um teste de matemática. Antes do teste, um grupo preencheu um questionário focado sobretudo em seu gênero; o outro grupo preencheu um questionário focado principalmente em sua herança asiática. O grupo estimulado pela consciência do gênero teve pior desempenho do que o grupo estimulado pela consciência da raça (Shih *et al.,* 1999).
30 Jamieson, 1992.

Capítulo 2

1 Thompson-Cannino *et al.,* 2009.
2 Antes: o julgamento de O.J. Simpson acabou em 1995, e as Olimpíadas de Atlanta aconteceram em 1996.
3 A. Lipta, "New trial for a mother who drowned 5 children", *The New York Times,* 7 de janeiro de 2005; "Woman not guilty in retrial in the deaths of her 5 children", *The New York Times,* 27 de julho de 2005.
4 Loftus *et al.,* 1978; Loftus, 1996.
5 Ross *et al.,* 1994.
6 Considerando ser improvável que todos os grupos possíveis de neurônios que representam nódulos específicos estejam a princípio conectados com sinapses fracas, não se sabe como conseguimos formar associações entre qualquer par possível de conceitos. Mas parece que esse processo seria inicialmente facilitado por uma estrutura do cérebro que de fato não armazena memórias de longo prazo, mas que é fundamental em sua organização: o hipocampo (Hardt *et al.,* 2010). Além disso, uma pesquisa recente mostrou que os neurônios parecem estar sempre explorando a criação e a retirada contínua de sinapses. Algumas delas se mostram úteis e se tornam permanentes, e passam, ao que parece, a ser o lugar de armazenamento das informações (Yang *et al.,* 2009; Roberts *et al.,* 2010).
7 Frey *et al.,* 1988; Frey *et al.,* 1993.
8 O termo *consolidação* também é utilizado para se referir a um processo em separado, no qual a memória é considerada "transferida" do hipocampo para o neocórtex no decorrer do

tempo. Essa consolidação em termos de sistemas é outro motivo para as memórias se tornarem menos sensíveis à interferência e supressão ao longo do tempo (Hardt *et al.,* 2010).

9 Goelet *et al.,* 1986.

10 Um dos primeiros estudos que documentaram que uma forma simples de memória em um molusco foi acompanhada pela formação de novas sinapses foi realizado por Bailey e Chen (1988). Agora existem muitas descobertas correlatas documentadas em que o aprendizado ou a experiência altera a estrutura e a morfologia dos neurônios e sinapses. Esses estudos são revistos em Holtmaat e Svoboda (2009).

11 Misanin *et al.,* 1968; Nader *et al.,* 2000.

12 Sara, 2000; Dudai, 2006.

13 Brainerd e Reyna, 2005.

14 "Family settles 'recovered memory' case. Therapist faulted on false rape charge". *Boston Globe,* 16 de novembro de 1996 (conforme citado em Brainerd e Reyna, 2005), p. 366.

15 Esse estudo foi realizado por Ceci *et al.* (1993). Devemos notar que a interpretação desses resultados é complicada pelo fato de que a porcentagem de respostas falsas não aumentou no decorrer das sessões de entrevistas. É possível que, em alguns desses estudos, os resultados não reflitam de fato falsas memórias, mas um aprendizado de criança, que fica no limite entre relatar a verdade e relatar o que acha que os adultos queiram ouvir (Gilstrap e Ceci, 2005; Pezdek e Lam, 2007; Wade *et al.,* 2007).

16 O noticiário *Frontline* produziu um segmento especial de "Inocência perdida" sobre o caso Little Rascal. A transcrição está disponível no endereço http://www.pbs.org/wgbh/pages/frontline/shows/innocence/etc/script.html. Dentre outras fontes estão incluídas: Associated Press, "Couple gives $430.000 to former Little Rascals defendants", *The Herald-Sun* [Durham, NC], 26 de junho de 1997; Joseph Neff, "10-year Little Rascals sexual-abuse scandal expires quietly", *The New and Observer,* 3 de outubro de 1999.

17 Schacter, 1996, p. 254.
18 Debiec e Ledoux, 2004; Monfils *et al.,* 2009; Tollenaar *et al.,* 2009. Alguns experimentos sugerem que, após períodos mais longos, as memórias não são mais sensíveis à reconsolidação (Milekic e Alberini, 2002).
19 Standing, 1973.
20 Para estudos sobre a capacidade de memória, ver Standing, 1973; Vogt e Magnussen, 2007; Brady *et al.,* 2008. A estimativa de 6.600 imagens vem de se considerar que 83% de respostas corretas correspondem a 33% acima do nível de probabilidade de 50% - a estimativa de itens memorizados acaba sendo 2 X 33%.
21 Nesse estudo, 23,9% dos erros estavam entre os itens “novos” e 45% dos erros estavam entre os itens “velhos” - portanto, os pesquisados apresentaram maior probabilidade de cometer erros de falsos negativos do que de falsos positivos (Laeng *et al.,* 2007).
22 Cohen, 1990.
23 Declarou-se que “a maioria reconhece centenas ou milhares de rostos e incontáveis cenas visuais” (Rosenzweig *et al.,* 2002), p. 549.
24 O genoma humano contém cerca de 3 bilhões de bases. Como existem quatro nucleotídeos possíveis, cada um corresponde a 2 bits, o que gera um total de 6 bilhões de bits, perto de 1 gigabite.
25 Foer, 2006.
26 Zelinski e Burnight, 1997; Schacter, 2001.
27 Cahill e McGaugh, 1996; Chun e Turk-Browne, 2007.
28 Schacter e Addis, 2007.
29 Borges, 1964.
30 Treffert e Christensen, 2005.
31 Parker *et al*., 2006.

Capítulo 3

1 Melzack, 1992; Flor, 2002.

2 O argumento de Lorde Nelson tem sido citado por alguns autores (Riddoch, 1941; Herman, 1998; Ramachandran e Blakeslee, 1999), mas não conheço a referência original.

3 A somatoparaphrenia não é uma síndrome “pura”; ela quase nunca ocorre na ausência de outros déficits funcionais e, em geral, desaparece com o tempo (Halligan *et al.,* 1995; Vallar e Ronchi, 2009).

4 Sacks, 1970.

5 Marshall *et al.,* 1937; Penfield e Boldrey, 1937. Existem quatro mapas primários, cada um especializado em uma submodalidade de toque, como o da apurada distinção tátil ou ativação de receptores profundos da epiderme (Kaas *et al.,* 1979; Kandel *et al.,* 2000).

6 Romo *et al.,* 1998; Romo e Salinas, 1999.

7 Para uma discussão sobre as teorias e mecanismos que fundamentam os membros fantasmas, ver Melzack, 1992; Flor *et al.,* 1995; Flor, 2002.

8 Merzenich *et al.,* 1983; Jenkins *et al.,* 1990; Wang *et al.,* 1995; Buonomano e Merzenich, 1998.

9 Elbert *et al.,* 1995; Sterr *et al.,* 1998.

10 Não é apenas o uso de uma área, mas a quantidade de atenção e de relevância comportamental que parece ser fundamental para a reorganização cortical (Kilgard e Merzenich, 1998; Kujala *et al.,* 2000; Polley *et al.,* 2006; Recanzone *et al.,* 1993).

11 Bienenstock *et al.,* 1982; Buonomano e Merzenich, 1998; Abbott e Nelson, 2000.

12 Bienenstock *et al.,* 1982; Turrigiano *et al.,* 1998; Mrsic-Floges *et al.,* 2007; Turrigiano, 2007.

13 Van Essen *et al.,* 1992.

14 Sadato *et al.,* 1996; Kujala *et al.,* 2000; Roder *et al.,* 2002. Um estudo utilizou a estimulação magnética transcranial para alterar o processamento do córtex “visual” (isto é, o córtex occipital, crítico para a visão em pessoas com visão normal) em pessoas cegas (Kupers *et al.,* 2007).

15 Para uma revisão das diferenças na percepção sensorial em pessoas cegas e da plasticidade cortical associada à cegueira e

à privação sensorial, ver Merabet e Pascual-Leone, 2009.

16 Para um dos poucos trabalhos que discutem a percepção da posição pelo eco em humanos, ver Edwards *et al.,* 2009. Entretanto, poucos estudos científicos têm sido realizados sobre a percepção da posição pelo eco em pessoas cegas. Novas reportagens sobre um menino, Ben Underwood (que faleceu em 2009), podem ser encontradas em alguns sites (por exemplo, http://www.youtube.com/watch?v=YBv79LKfMt4). Muitas pessoas podem se guiar pelo eco de um modo muito simples. Por exemplo, se você bater as mãos em um armário, em uma sala ou no lado de fora da casa, é provável que consiga ouvir a diferença.

17 Groopman, 2009.

18 Salvi *et al.* , 2000.

19 Norena, 2002.

20 Eggermont e Roberts, 2004; Rauschecker *etal.,* 2010.

21 Herculano-Houzel, 2009.

22 Shepherd, 1998.

23 Gross, 2000; Gould, 2007.

24 Pakkenbert e Gundersen, 1997; Sowell *et al.,* 2003; Taki *et al.,* 2009.

25 Markram *et al.,* 1997; Koester e Johnston, 2005; Oswald e Reyes, 2008.

26 Para uma revisão sobre a síndrome da mão alienígena, ver Fisher (2000). Uma das citações de paciente é do seguinte vídeo: http://www.youtube.com/ watch?v=H0uaNn_c114.

27 Hirstein e Ramachandran, 1997; Edelstyn e Oyebode, 1999.

28 De Pauw e Szulecka, 1988.

29 Esse livro foi escrito em 1910 por um defensor da frenologia e fornece um guia para determinar o verdadeiro caráter de seus amigos (Olin, 1910/2003).

30 Damasio *et al.,* 1994.

31 Assal *et al.,* 2007.

32 Edelstyn e Oyebode, 1999; Linden, 2007.

33 Certos tipos de dor crônica podem também estar relacionados a uma plasticidade do cérebro que não se adapta (Flor *et al.,* 2006; Moesley *et al.,* 2008). Em síndromes de dor regional

complexas, partes do corpo que estavam lesionadas, mas que foram completamente curadas, podem continuar a doer. Alguns estudos observaram diminuição na quantidade de córtex sensorial somático primário que representa a parte do corpo que exibe dor crônica (Juottonen *et al.,* 2002; Maihofner *et al.,* 2003; Vartiainen *et al.,* 2009).

Capítulo 4

1 Para ser justo, devo salientar que também existe uma assimetria das regras em favor do cliente. Se minhas cartas somarem 21, eu ganho na hora, mesmo quando a banca também chega aos 21 - em outras palavras, nesse empate, eu venço. Entretanto, a probabilidade de obter 21 é muito inferior à de ultrapassar, o que garante a vantagem do cassino.

2 Pavlov afirma que a apresentação do estímulo não condicionado antes do estímulo condicionado, em geral, não resulta na geração da resposta condicionada (Pavlov, 1927, p. 27). Entretanto, isso não quer dizer que os animais não aprendam algo sobre os estímulos condicionados e os não condicionados quando são apresentados na ordem inversa. Em geral, eles aprendem que o estímulo condicionado não preverá o estímulo não condicionado, um fenômeno chamado *inibição condicionada* (Mackintosh, 1974).

3 Gormezano *et al.,* 1983.

4 Clark e Squire, 1998.

5 Observou- s e que existem manipulações que ajudam os animais a aprender condições de reforço atrasado. No entanto, quanto maior a demora, mais difícil é o aprendizado, e existe pouca evidência de que os animais venham a aprender relações de causa e efeito com intervalos de muitos minutos, horas ou dias. Para discussões sobre reforços com intervalos de tempo e condicionamento operante, ver Dickinson *et al.,* 1992; Lieberman *et al.,* 2008.

6 Uma exceção bem conhecida a essa regra é a aversão condicionada ao sabor. Homens e animais conseguem aprender a associação entre dado sabor e ficar doente mesmo

que o intervalo de tempo entre esses dois eventos seja de muitas horas.

7 Frederick *et al.,* 2002.

8 Esse estudo foi realizado por Stevens *et al.,* 2005. Para outro estudo sobre o desconto do tempo em macacos, ver Hwang *et al.,* 2009.

9 Gilbert, 2007. Alguns cientistas argumentaram que os animais de fato pensam e planejam no futuro. Por exemplo, a *Aphelocoma californica* (espécie de pássaro que pega comida para consumo futuro) armazena comida em locais onde sabe que provavelmente terá fome - como se estivesse planejando para o futuro em vez de esconder alimentos de modo instintivo (Raby *et al.,* 2007). No entanto, a interpretação dessas descobertas continua a ser debatida.

10 McClure *et al.,* 2004; Kable e Glimcher, 2007.

11 Joana Smith, "Payday loan crackdown", *Toronto Star,* 1º de abril de 2008.

12 Lawrence e Elliehausen, 2008; Agarwal *et al.,* 2009.

13 O estudo com crianças está descrito em Siegler e Booth, 2004. O estudo com índios da Amazônia está descrito em Dehaene *et al.,* 2008. Além disso, o fato de o cérebro representar números de modo não linear é apoiado por estudos neurofisiológicos que registraram neurônios "seletivos a números" no cérebro de macacos (Nieder e Merten, 2007).

14 Kim e Zauberman, 2009; Zauberman *et al.,* 2009.

15 Loftus *et al.,* 1987.

16 Nesse exemplo, os voluntários sabiam antes de começar que seriam solicitados a estimar o tempo decorrido (Hicks *et al.,* 1976).

17 Zauberman *et al.,* 2010.

18 Quando foi pedido ao paciente com amnésia, H.M., que reproduzisse um intervalo de 20 segundos, seu desempenho foi quase normal. Em contrapartida, quando foi pedido que estimasse um intervalo de 150 segundos, suas estimativas ficaram perto de 50 segundos (Richards, 1973).

19 Tallal, 1994.

20 Drullman, 1995; Shannon *et al.,* 1995. A duração dos chamados limites da fala contribui para a compreensão. Por exemplo, "Amy ou Ana, e Bill virão para a festa" *versus* "Amy, ou Ana e Bill virão para a festa" - a pausa após "Amy" e "Ana" contribui para determinar o sentido de cada frase (Aasland e Baum, 2003).

21 Algumas distorções no tempo podem ser causadas por drogas (Meck, 1996; Rammsayer, 1999), assim como pela característica do estímulo e por que as ações estão sendo realizadas, como demonstrado pela ilusão do relógio parado (Yarrow *et al.*, 2001; Park *et al.*, 2003).

22 Harris, 2004; van Wassenhove *et al.,* 2008; Droit-Volet e Gil, 2009.

23 O estudo descrito foi de Sugita e Suzuki, 2003. Para estudos relacionados sobre percepção simultânea, ver Fujisake *et al.,* 2004; Miyazaki *et al.,* 2006.

24 Ao decidir se dois eventos são simultâneos, o cérebro enfrenta dois dilemas opostos. Como já foi mencionado, pelo aspecto físico, a luz viaja mais rápido do que o som; assim, a visão dos pratos batendo chega ao olho antes de o som chegar ao ouvido. Entretanto, existe o fato complicador de quanto tempo o olho e o ouvido levam para retransmitir essa informação para as áreas relevantes do cérebro. Acontece que o ouvido é de fato muito mais rápido do que o olho. Enquanto pode levar mais de 200 milissegundos para pressionar um botão em resposta a uma luz, leva 160 milissegundos para reagir a um som. Isso é devido, em grande parte, à fisiologia da retina, que se baseia em reações bioquímicas comparativamente lentas para traduzir a luz em sinais bioelétricos, enquanto o som se baseia em movimentos físicos mais rápidos dos cílios, especializados para gerar sinais elétricos. Assim, para sermos precisos, mesmo quando vivenciamos eventos bastante próximos, e a luz e o som chegam de fato ao mesmo tempo, a percepção da simultaneidade é um pouco "camuflada" porque o sinal auditivo chega primeiro ao cérebro. Quando consideramos simultâneos, não é tanto o fato de os registros físicos dos dois eventos

chegarem ao mesmo tempo ao nosso cérebro, mas, se por meio do hardware e da experiência, nosso cérebro opta por fornecer a ilusão de simultaneidade.

25 McDonald *et al.,* 2005.

26 Nijhawan, 1994; Eagleman e Sejnowski, 2000. Um exemplo dessa ilusão pode ser encontrado no site www.brainbugs.org.

27 Maruenda, 2004; Gilis *et al.*, 2008.

28 Ivry e Spencer, 2004.

29 Mauk e Buonomano, 2004; Buhusi e Meck, 2005; Buonomano, 2007.

30 Konopka e Benzer, 1971; Golden *et al.,* 1998; McClung, 2001.

31 King e Takahashi, 2000; Panda *et al.,* 2002.

32 Buonomano e Mauk, 1994; Medina *et al.,* Buonomano e Karmarkar, 2002.

33 Goldman, 2009; Liu e Buonomano, 2009; Fiete *et al.,* 2010.

34 Lebedev *et al.,* 2008; Pastalkova *et al.,* 2008; Jin *et al.,* 2009. Além disso, mostrou-se que, mesmo em redes corticais isoladas, os padrões de atividade em neurônios podem estabelecer um relógio populacional para o tempo (Buonomano, 2003).

35 Esse pode ser o caso em alguns grupos contemporâneos de caçadores-coletores (Everett, 2008).

36 Mischel *et al.,* 1989; Eigsti *et al.,* 2006.

37 Wittmann e Paulus, 2007; Seeyave *et al.,* 2009.

Capítulo 5

1 Perto de 3 mil pessoas morreram durante os ataques terroristas de 11 de setembro de 2001, em Nova York e Washington. Em 1995, houve 168 mortes com as explosões em Oklahoma. Um resumo das mortes relacionadas ao clima pode ser encontrado no site www.weather.gov/os/hazstats.shtml.

2 Para as mortes por acidentes fatais no trânsito, de 2002 a 2006, ver http://www.nrd.nhtsa.dot.gov/nchs/data/dvs/LCWK9_2005.pdf ou http://www.cdc.gov/nchs/data/hus/hus05.pdf para o relatório completo.

3 Uma pesquisa do Gallup conduzida em 2006 perguntou: “Qual a probabilidade de haver atos terroristas nos Estados Unidos ao longo das próximas semanas?” Cerca de 50% dos entrevistados responderam “muito/bastante provável”, um número que ainda estava em 39% em 2009 (http://www.gallup.com/poll/124547/Majority-Americans-Think-Near-Term-Terrorism-Unlikely.aspx).

4 Breier *et al.,* 1987; Sapolsky, 1994.

5 LeDoux, 1996.

6 Pinker, 1997.

7 Citado de Darwin (1839), p. 288. Na época em que Darwin chegou às Ilhas Galápagos, os homens já tinham estado lá há mais de 100 anos, e ele comenta que, de acordo com relatos anteriores, parece que os pássaros eram ainda mais mansos no passado.

8 É provável que um bug nos primeiros chips Intel Pentium quase não tenha tido consequências e tenha afetado muito poucos usuários. Porém, se você tivesse sido um usuário que precisasse calcular 4195835 X 3145727/3145727 e esperasse o primeiro número em resposta, teria tido problemas.

9 Pongracz e Altbacker, 2000; McGregor *et al.,* 2004.

10 Tinbergen, 1948. As tentativas de repetir os relatos originais de Tinbergen e Lorenz têm gerado resultados variados. Canty e Gould (1995) discutem os motivos e repetem as principais observações de Tinbergen e Lorenz.

11 Para estudos sobre o efeito das infecções de *Toxoplasma* no medo em ratos, ver Berdoy *et al.* (2000); Gonzalez *et al.* (2007); Vyas *et al.* (2007). Para uma discussão geral sobre o parasitismo neural e a manipulação comportamental, ver Thomas *et al.* (2005).

12 Katkin *et al.,* 2001.

13 Craske e Waters, 2005; Mineka e Zinbarg, 2006.

14 Para avaliações sobre o papel da amígdala para mediar o medo, ver LeDoux (1996); Fendt e Fanselow (1999); Kandel *et al.* (2000).

15 Adolphs *et al.,* 1994; Adolphs, 2008; Kandel *et al.,* Sabatinelli *et al.,* 2005.

16 Fendt e Faneslow, 1999; Blair *et al.,* 2001; Sah *et al.,* 2008.
17 Esses experimentos estão descritos em McKernan e Shinnick-Gallagher (1997). Para um conjunto de experimentos correlacionados, ver Tsvetkov *et al.* (2002); Zhou *et al.* (2009).
18 Nesse caso, a atividade pré-sináptica corresponde ao som, e a atividade pós-sináptica corresponde à atividade produzida pelo choque durante o condicionamento pelo medo. Observe que o choque, uma experiência intrinsecamente dolorosa e indutora do medo, conseguiria conduzir, de forma natural, os neurônios da amígdala na ausência de aprendizado.
19 Em alguns casos, o bloqueio dos receptores NMDA pode também alterar a expressão do medo, ao que parece porque os receptores NMDA também desempenham um papel em estimular a atividade neural. No entanto, pelo menos dois estudos mostram que os bloqueadores NMDA afetam sobretudo o aprendizado e não a expressão de respostas condicionadas pelo medo aprendidas antes (Rodrigues *et al.,* 2001; Goosens e Maren, 2004).
20 Han *et al.,* 2009.
21 Quirk *et al.,* 2006; Herry *et al.,* 2008.
22 Milekic e Alberini, 2002; Dudai, 2006.
23 Monfils *et al.,* 2009; Schiller *et al.,* 2010.
24 Darwin, 1871, p. 73.
25 Cook e Mineka, 1990; Ohman e Mineka, 2001; Nelson *et al.,* 2003.
26 Askew e Field, 2007; Dubi *et al.,* 2008.
27 Esteves *et al.,* 1994; Katkin *et al.,* 2001.
28 Williams *et al.,* 2004; Watts *et al.,* 2006.
29 De Waal, 2005, p. 139.
30 Para um breve debate do medo de estranhos por animais e bebês humanos, ver Menzies e Clark, 1995.
31 Manson *et al.,* 1991.
32 De Waal, 2005.
33 Darwin, 1871; Bowles, 2009.
34 Olsson e Phelps, 2004; Olsson e Phelps, 2007. Mesmo os ratos conseguem aprender a temer certos lugares ao observarem outros ratos recebendo choques naquele contexto.

Ainda mais surpreendente, o tamanho da aprendizagem é maior se o rato que serve de demonstração estiver relacionado ou for parceiro do rato observador (Jeon *et al.,* 2010).

35 Seligman, 1971; Mineka e Zinbarg, 2006.

36 Maquiavel, 1532.

37 Gore, 2007.

38 Gore, 2004.

39 Wise, 2008.

40 LeDoux, 1996, p. 303.

41 Slovic, 1987; Glassner, 1999.

42 Enserink, 2008. Ver também S. Shane, “F.B.I., laying out evidence, closes anthrax letters case”, *The New York Times,* 20 de fevereiro de 2010. Bruce Ivins, o principal suspeito, cometeu suicídio um pouco antes de o FBI oficialmente acusá-lo.

43 F. Zakaria, “America needs a war president”, *Newsweek,* 21 de julho de 2008.

44 Preston, 1998; Gladwell, 2001.

45 O GAO relata que o orçamento total do Departamento de Defesa foi de $760 bilhões e que o Departamento de Segurança Interna tinha um orçamento de $60 bilhões em 2008 (http://www.gao.gov/financial/fy2008/08stmt.pdf). Ver também T. Shanker e C. Drew, “Pentagon faces intensifying pressures to trim budgets”, *The New York Times,* 22 de julho de 2010, e http://www.independent.org/newsroom/article.asp?id=1941.

46 http://report.nih.gov/rede/categories.

47 Um contra-argumento válido, claro, é o de que os gastos militares dos Estados Unidos funcionam como um elemento dissuasivo e que tivemos tão poucos ataques em solo americano precisamente por causa de nossa força militar. Esse argumento, porém, não parece se sustentar, pois o número de vítimas em função de guerra internacional ou terrorismo de nossos vizinhos México e Canadá, em seus respectivos solos, também tem sido bastante baixo durante os últimos 100 anos, apesar de seus orçamentos militares corresponderem a uma pequena fração do orçamento dos Estados Unidos.

48 Glassner, 2004.

Capítulo 6

1 Hellman, 2001), p. 37.
2 As seguintes referências fornecem excelentes debates sobre a história da febre puerperal: Weissmann, 1997; Hellman, 2001.
3 Kingdom *et al.,* 2007.
4 Bornstein, 1989.
5 As tendências cognitivas têm sido analisadas em vários livros, incluindo os livros populares de ciências (Piattelli-Palmarini, 1994; Ariely, 2008; Brafman e Brafman, 2008; Thaler e Sunstein, 2008) e alguns relatos mais técnicos (Johnson-Laird, 1983; Gilovich *et al.*, 2002; Gigerenzer, 2008).
6 Tversky e Kahneman, 1981.
7 De Martino *et al.*, 2006. Observe que esse exemplo de enquadramento também é de aversão à perda.
8 Tversky e Kahneman, 1981.
9 Kahneman *et al.,* 1991. Embora não tenham sido realizados estudos suficientes para determinar se as pessoas gastam mais quando pagam com cartão de crédito ou com dinheiro (Prelec e Simester, 2000; Hafalir e Loewenstein, 2010), é possível que qualquer tendência a gastar mais ao pagar com cartão de crédito possa tocar na aversão à perda: quando pagamos com dinheiro, materialmente desistimos de algo de valor que estava em nossa posse, enquanto o cartão de crédito permanece fisicamente conosco.
10 Tversky e Kahneman, 1974. O desvio da ancoragem ocorre mesmo quando a âncora representa a mesma quantidade física. Por exemplo, em outro estudo, perguntou-se a um grupo de participantes se eles achavam que o comprimento de uma pista de aeroporto era maior do que 7,3 quilômetros, enquanto, para outro grupo, perguntou-se se a mesma pista era maior ou menor do que 7.300 metros; para ambos os grupos perguntou-se, em seguida, quanto eles achavam que custava um ônibus com ar-condicionado. As estimativas do primeiro grupo foram muito menores do que as do segundo (Wong e Kwong, 2000).
11 Na época do estudo, Brad Pitt estava com 45 anos e Joseph Biden com 66. Valores do teste *t* para amostras independentes

no caso da idade de Joe Biden: *t24* = 2,71, *p* = 0,009 (um valor significativo mesmo após a correção para múltiplas comparações). Para a idade de Brad Pitt: *t24* = 1,06, *p* = 0,29.

12 D. Wilson, “Ex-smoker wins against Philip Morris”, *The New York Times,* 20 de novembro de 2009 (http://www.law.com/jsp/article.jsp?id=1202435734408).

13 Chapman e Bornstein, 1996; Kristensen e Garling, 1996.

14 Kahneman *et al.,* 1991.

15 Knutson *et al.*, 2008.

16 Brafman e Brafman, 2008.

17 Tom *et al.,* 2007.

18 O valor percebido do dinheiro, ou sua utilidade, é também menos do que linear: a diferença entre $10 e $20 parece ser muito maior do que a diferença entre $1.010 e $1.020. Mas, em termos de valor real (os bens e serviços que consegue adquirir), é um recurso linear.

19 Tversky e Kahneman, 1983.

20 Tversky e Kahneman, 1983.

21 http://www.npr.org/templates/story/story.php?storyId=98016313.

22 J. Tierney, “Behind Monty Hall’s doors: Puzzle, debate and answer?”, *The New York Times,* 21 de julho de 1991.

23 Cosmides e Tooby, 1996; Pinker, 1997; Gigerenzer, 2000.

24 Cinker, e997.

25 As respostas dos médicos para esse tipo de problema foram investigadas em Casscells *et al.* (1978), e os efeitos de como o problema é colocado (em termos de probabilidade ou frequência) foi investigado em Cosmides e Tooby (1996). O exemplo que apresento é de Gigerenzen (2008).

26 Gilbert *et al.,* 2001.

27 Kahneman, 2002; Sloman, 2002; Morewedge e Kahneman, 2010.

28 Gladwell, 2005.

29 Kahneman, 2002.

30 Gigerenzen, 2008.

31 De Martino *et al.,* 2006; Tom *et al.,* 2007; Knutson *et al.,* 2008.

32 Sloman, 2002.

33 Wilkowski *et al.,* 2009.
34 Gibbons, 2009. Para um exemplo em que a apresentação inconsciente de rostos felizes ou tristes altera o julgamento das imagens, ver Winkielman *et al.,* 1997.
35 Discussões sobre se o efeito ancoragem é um resultado do *priming* de número podem ser encontradas em Wong e Kwong (2000); Chapman e Johnson (2002); Carroll *et al.* (2009).
36 Nieder *et al.,* 2002; Nieder e Merten, 2007.
37 Gilbert e Wiesel, 1990; Lewicki e Arthur, 1996; Gilbert *et al.,* 2001; Sadagopan e Wang, 2009.
38 Slovic *et al.,* 2002.

Capítulo 7

1 E.J. Epstein, “Have you ever tried to sell a diamond?”, *The Atlantic Monthly,* fevereiro de 1982.
2 Ibid.
3 Bernays, 1928.
4 A BBC fez um excelente documentário sobre Edward Bernays: “The Century of the Self’ (http://www.bbc.co.uk/bbcfour/documentaries/features/century_of_the_self.shtml).
5 Gleick, 2010. Para um vídeo sobre testes de sabor de água engarrafada ou água de torneira, ver o estudo informal conduzido por Penn e Tell (http://www.youtube.com/watch?v=XfPAjUvvnIc).
6 Proctor, 2001.
7 Gilbert, 2007.
8 Lindstrom, 2008.
9 Na realidade, esses experimentos são, em geral, realizados ao dar aos ratos a preferência entre as mesmas rações, mas com diferentes sabores, em geral chocolate ou canela (Galef e Wigmore, 1983). Essa forma de aprendizado é mediada pelo cheiro da comida no hálito de outros indivíduos.
10 Para relatos sobre os macacos japoneses e a batata-doce, ver Kawamura (1959) e Matsuzawa e McGrew (2008). Para outras descrições de aprendizado imitativo em primatas, ver Tomasello

et al. (1993); Whiten *et al.* (1996); Ferrari *et al.* (2006); Whiten *et al.* (2007). Para discussões de algumas das controvérsias em relação aos macacos de Koshima, ver Boesch *et al.* (1998); De Waal (2001).

11 Coussi-Korbel e Fragaszy, 1995; Kavaliers *et al.,* 2005; Clipperton *et al.,* 2007.

12 De Waal, 2005.

13 Deaner *et al.,* 2005; Klein *et al.,* 2008.

14 Rizzolatti e Craighero, 2004; Iacoboni, 2008.

15 Henrich e McElreath, 2003; Losin *et al.,* 2009.

16 Provine, 1986; Chartrand e Bargh, 1999.

17 Stuart *et al.,* 1987; Till e Priluck, 2000; Till *et al.,* 2008.

18 É discutível até que ponto o marketing explora o condicionamento clássico (parte do sistema de memória não declarativa) ou as associações formadas na memória semântica (o sistema de memória declarativa), ou uma combinação desses sistemas. Assim, me concentrarei na importância das associações em geral.

19 *The New York Times,* 1o de abril de 1929, p. 1.

20 A preferência da cor de caneta como função da exposição à música foi realizada por Gorn (1982). Para outro estudo, que mostra como a música molda as preferências de marca, ver Redker e Gibson, 2009.

21 O'Doherty *et al.,* 2006.

22 Smeets e Barnes-Holmes, 2003. Após experimentar a limonada que escolheram primeiro, eles experimentaram a "outra" limonada. Após experimentar as duas, 90% das crianças relataram ter gostado mais da primeira. As imagens de Enio e de um bebê chorando pretendiam representar estímulos positivos e negativos, mas também se perguntou às crianças de qual imagem elas gostaram mais. Das 32 crianças, 9 gostaram mais da imagem do bebê chorando e, destas, todas pegaram a limonada indiretamente associada à imagem de bebê chorando. Ver Colwill e Rescorla (1988) para exemplos de outros experimentos de transferência que foram realizados em ratos e Bray *et al.* (2008) para os realizados em seres humanos.

23 Richardson *et al.,* 1994.

24 As afirmações em relação à influência das embalagens na percepção da qualidade dos produtos vêm de três livros (Hine, 1995; Gladwell, 2005; Lindstrom, 2008). Deve ser destacado, porém, que em muitos casos essas histórias parecem ter sido transmitidas oralmente de profissionais de marketing para diferentes autores. Com certeza, não vi os relatórios publicados com os dados brutos e as análises estatísticas desses estudos. Suspeito que algumas possam ser exageradas e enganosas. No entanto, estou convencido de que o espírito dessas histórias é inteiramente correto. Com relação aos testes de sabor da Coca e da Pepsi, os dados brutos também são difíceis de encontrar. Os estudos que, em geral, são debatidos vêm de um teste cego de sabor realizado pela Pepsi nos anos 1980, mas dois trabalhos recentes que utilizaram testes cegos de sabor da Coca e da Pepsi são McClure *etal.* (2004); Koenigs e Tranel (2008). Esses estudos revelaram uma preferência muito pequena pela Pepsi em testes cegos de sabor e uma preferência muito pequena pela Coca em testes sem omissão da marca. Entretanto, os testes foram realizados com menos de 20 participantes, uma amostragem muito pequena para estudos com seres humanos que examinam preferências subjetivas de sabor.

25 O estudo que descrevi foi realizado por Plassmann *et al.* (2008). Para outro estudo sobre a influência do preço aproximado e do país de origem em classificações de vinhos, ver Veale e Quester (2009).

26 Ariely, 2008.

27 Simonson, 1989. Ver também Hedgcock *et al.,* 2009.

28 Essa história atribuída a Amos Tversky é contada em Ariely (2008) e Poundstone (2010).

29 Existem muitos modelos diferentes que relacionam o “comportamento” de neurônios com decisões comportamentais. Mas, de uma forma ou de outra, muitos deles se baseiam na comparação de taxas de disparos de neurônios diferentes ou na determinação de que população atinge primeiro um limite predeterminado (Gold e Shadlen, 2007; Ratcliff e McKoon, 2008).

30 A combinação de “valor” ou “adequação” da opção é função da distância da opção até a origem do sistema de coordenadas, que corresponde ao comprimento do vetor.
31 S. Keshaw, “How your menu is trying to read you”, *Las Vegas Sun,* 26 de dezembro de 2009.
32 Fugh-Berman e Ahari, 2007. Ver também S. Saul, “Gimme an Rx! Cheerleaders Pep Up Drug Sales”, *The New York Times,* 28 de novembro de 2005. Não discuti por que o marketing pessoal é eficaz. Mas, em comparação com as técnicas-pa-drão de marketing, é provável que ele explore nossa tendência inata a expressar reciprocidade, isto é, de essencialmente “retribuir um favor”.
33 Em seu livro *Mein Kampf*, Hitler detalha muitos dos métodos de propaganda que utilizou mais tarde para conquistar e permanecer no poder (Hitler, 1999/1927).
O site do United States Holocaust Memorial Museum tem amostras dos cartazes e dos artigos de jornal da propaganda nazista (http://www.ushmm.org).

Capítulo 8

1 Para informações sobre o caso de Robyn Twitchell, ver David Margolick, “In child deaths, a test for Christian Science”, *The New York Times,* 6 de agosto de 1990, e o relatório da justiça de Lawrence Shubow, *Report on Inquest Relating to the Death of Robyn Twitchell,* Condado de Suffolk, Massachusetts, Tribunal da Comarca, 18 de dezembro de 1987:17, 26-28. Em 2010, alguns líderes da igreja da Ciência Cristã parecem favorecer a autorização para que os membros da igreja procurem tratamento médico tradicional junto com a cura pela fé (P. Vitello, “Christian Science Church seeks truce with modern medicine”, *The New York Times,* 23 de março de 2010.
2 Asser e Swan, 1998.
3 Hood, 2008.
4 Dennett, 2006.
5 N.D. Kristof, “The Pope and AIDS”, *The New York Times,* 8 de maio de 2005; L. Rohter, “As Pope heads to Brazil, abortion

debate heats up", *The New York Times,* 9 de maio de 2007. No artigo de Rohter, em relação ao uso de preservativo (que salva vidas pela prevenção de doenças sexualmente transmissíveis), um cardeal brasileiro afirmou: "Isso significa induzir todos à promiscuidade. Isso não é respeito pela vida ou pelo amor verdadeiro. É como transformar o homem em animal."

6 Dawkins, 2003; Harris, 2004; Dawkins, 2006; Harris, 2006; Hitchens, 2007.

7 Asser e Swan, 1998. Ver também Sinal *et al.* (2008) e http://www.childrensheal-tcare.org (último acesso em 18 de novembro de 2010).

8 Boyer, 2001; Dawkins, 2006; Dennett, 2006.

9 Boyer, 2008.

10 Darwin, 1871, p. 98. Sem dúvida, um sistema hiperativo de detecção de agente é o motivo de os cachorros parecerem convencidos de que a secadora está lá para pegá-los e insistirem em defender seu território ao urinar na frente dela.

11 Boyer, 2001; Boyer, 2008.

12 Dawkins, 2006, p. 174.

13 Bering e Bjorklund, 2004; Bering *et al.,* 2005.

14 Bloom, 2007.

15 Wilson, 1998.

16 Wilson, 2002. Ver também Johnson *et al.* (2003).

17 Para discussão sobre o papel da guerra na evolução da religião, ver Wade (2009).

18 Sobel e Bettles, 2000.

19 Wilson, 2002, p. 134.

20 Precisamos destacar também o argumento de que a cooperação poderia ter surgido por mecanismos seletivos mais convencionais. A cooperação é observada em todo o reino animal, seja na forma de caça entre animais sociais ou na divisão de alimentos. Acredita-se que a divisão dos alimentos, por exemplo, baseia-se na noção de reciprocidade; isto é, durante a vida do indivíduo, ele será tanto receptor quanto doador. Assim, o "altruísmo" seria, na verdade, uma forma de seguro contra futuros tempos difíceis. O desafio é explicar a cooperação sob circunstâncias em que pareça haver poucas

chances ou nenhuma expectativa de reciprocidade (Johnson *et al.,* 2003; Boyd, 2006).

21 Embora a seleção de grupo tenha sido vista, no passado, como improvável de representar uma força importante na evolução, a seleção de grupo está passando hoje por um ressurgimento (Wilson e Wilson, 2007).

22 Dawkins, 2006.

23 “Deus, dê-me a serenidade para aceitar as coisas que não posso mudar; coragem para mudar as que eu posso e sabedoria para reconhecer a diferença.”

24 Hitchens, 2007.

25 Borg *et al.,* 2003.

26 Para uma análise de alguns desses estudos, ver Previc (2006).

27 Ogata e Miyakawa (1998) relataram que uma minoria de pessoas com epilepsia lobotemporal passa por experiências religiosas durante a “crise”. Ver também Landtblom (2006). Persinger e colegas realizaram alguns estudos que sugerem que a estimulação magnética pelo hemisfério direito do crânio produz a “sensação de uma presença” (Hill e Persinger, 2003; Pierre e Persinger, 2006). Entretanto, outros contestam essas conclusões (Granqvist *et al.,* 2005).

28 Esse estudo foi realizado por Urgesi *et al.* (2010). Os autores controlaram a possibilidade de que a reação normal à cirurgia do cérebro fosse o aumento da espiritualidade ao mostrarem que as pontuações de autotranscendência não mudaram em pacientes que passaram por operações de tumor cerebral benigno nas meninges, que, em geral, não removem tecido neural.

29 Harris *et al.,* 2009.

30 Julian Linhares, entrevista com o arcebispo Dom José Cardoso Sobrinho, *Veja*, 18 de março de 2009.

31 Baseio esse argumento no fato de que uma menina de 9 anos sofreu não só nas mãos do estuprador, mas como resultado do calvário público que se seguiu. Por outro lado, a neurociência nos diz que um feto de 15 semanas não pode sofrer porque lhe falta (entre as muitas outras partes fundamentais do cérebro) a

ligação que conecta o corpo à estrutura que se transformará no córtex funcional (Lee *et al,* 2005).

32 Gould, 1999.

Capítulo 9

1 Pais, 2000.

2 Embora alguns relatos tenham sugerido a presença de poucas características anormais (Diamond *et al.,* 1985; Witelson *et al.,* 1999), muitos acreditam que eles estejam dentro do espectro normal, dada a natural variabilidade da anatomia neural humana (Kantha, 1992; Galaburda, 1999; Colombo *et al.,* 2006). Os cérebros são complexos e variáveis. Do mesmo modo que cada rosto é único, ao procurarmos um pouco encontraremos algo único no cérebro de alguém. No entanto, essa é a natureza da variabilidade biológica; não se pode apontar para uma única característica anatômica neural e afirmar que seria a causa de um traço específico de personalidade.

3 Planck, 1968.

4 O relatório de 2004 da Academia Nacional de Ciências traz uma análise detalhada dos estudos sobre autismo e vacinas: *Immunization Safety Review: Vaccines and Autism* (http://books.nap.edu/catalog.php?record_id=10997). Ver também Spector (2009).

5 Levy *et al.,* 2009.

6 Wolfe e Sharp, 2002.

7 Churchill, Speech to the house of Commons, 11 de novembro de 1945, *The Of-ficialReport,* Commons, 5th Ser., vol. 444, cols 206-207.

8 Kalichman, 2009.

9 Gostaria de agradecer a Chris Williams por ter me mostrado isso.

10 Nils *et al.,* 2009.

11 Miles *et al.,* 2010. Para um estudo relacionado, ver Ackerman *et al.* (2010).

12 No idioma dos Aimará, nativos da Bolívia, a linguagem e os gestos revelam que o futuro é representado como se estivesse para trás (Nunez e Sweetser, 2006).

13 Camerer *et al.,* 2003; Loewenstein *et al.,* 2007; Thaler e Sunstein, 2008.

14 Madrian e Shea, 2001; Camerer *et al.,* 2003. Outros estudos mostraram que os planos cuja opção-padrão aumenta a taxa de contribuição aos poucos aumentam ainda mais a poupança na aposentadoria (Thaler e Benartzi, 2004; Benartzi e Thaler, 2007). Para um exemplo clássico sobre tendência ao padrão em um estudo sobre seguros de automóveis, ver Johnson *et al.* (1993).

15 Essas e outras sugestões são discutidas em Camerer *et al.* (2003); Loewenstein *et al.* (2007); Thaler e Sunstein (2008).

16 Cialdini, 2003; Griskevicius *et al.,* 2008.

BIBLIOGRAFIA

Aasland, W.A. & Baum, S.R. (2003). "Temporal parameters, as cues to phrasal boundaries: A comparison of processing by left- and right-hemisphere braindamaged individuals". *Brain and Language, 87,* 385-399.

Abbott, L.F. & Nelson, S.B. (2000). "Synaptic plasticity: Taming the beast". *Nature Neuroscience, 3,* 1178-1183.

Ackerman, J.M., Nocera, C.C. & Bargh, J.A. (2010). "Incidental haptic sensations influence social judgments and decisions". *Science, 328,* 1712-1715.

Adolphs, R. (2008). "Fear, faces, and the human amygdala". *Current Opinions in Neurobiology 18,* 166-172.

Adolphs, R., Tranel, D., Damasio, H. & Damasio, A. (1994). "Impaired recognition of emotion in facial expressions following bilateral damage to the human amygdala". *Nature, 372,* 669-672.

Agarwal, S., Skiba, P.M. & Tobacman, J. (2009). "Payday loans and credit cards: New liquidity and credit scoring puzzles?" *American Economic Review, 99,* 412-417.

Anderson, J.R. (1983). "A spreading activation theory of memory". *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 22,* 261-296.

Ariely, D. (2008). *Previsivelmente irracional: Como as situações do dia a dia influenciam nossas decisões.* Rio de Janeiro: Campus.

Askew, C. & Field, A.P. (2007). "Vicarious learning and the development of fears in childhood". *Behaviour Research and Therapy, 45,* 2616-2627.

Assal, F., Schwartz, S. & Vuilleumier, P. (2007). "Moving with or without will: Functional neural correlates of alien hand syndrome". *Annals of Neurology, 62,* 301-306.

Asser, S.M. & Swan, R. (1998). "Child fatalities from religion-motivated medical neglect". *Pediatrics, 101,* 625-629.

Babich, F.R., Jacobson, A.L., Bubash, S. & Jacobson, A. (1965). “Transfer of a response to naive rats by injection of ribonucleic acid extracted from trained rats”. *Science, 149,* 656—657.
Bailey, C.H. & Chen, M. (1988). “Long-term memory in Aplysia modulates the total number of varicosities of single identified sensory neurons”. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA, 85,* 2373—2377.
Bargh, J.A., Chen, M. & Burrows, L. (1996). “Automaticity of social behavior: Direct effects of trait construct and stereotype activation on action”. *Journal of Personality and Social Psychology, 71,* 230—244.
Bear, M.F., Connors, B.W. & Paradiso, M. (2008). *Neurociencias: Desvendando o sistema nervoso.* Porto Alegre: Artmed.
Beaulieu, C., Kisvarday, Z., Somogyi, P., Cynader, M. & Cowey, A. (1992). “Quantitative distribution of GABA - immunopositive and - immunonegative neurons and synapses in the monkey striate cortex (area 17)”. *Cerebral Cortex, 2,* 295-309.
Benartzi, S. & Thaler, R.H. (2007). “Heuristics and biases in retirement savings behavior”. *Journal of Economic Perspectives, 21,* 81-104.
Berdoy, M., Webster, J.P. & Macdonald, D.W. (2000). “Fatal attraction in rats infected with *Toxoplasma gondii . Proceedings of the Royal Society—Biological Sciences, 267,* 1591-1594.
Berger, J., Meredith, M. & Wheeler, S.C. (2008). “Contextual priming: Where people vote affects how they vote”. *Proceedings of the National Academy ofSciences, USA,*
105, 8846-8849.
Bering, J.M. & Bjorklund, D.F. (2004). “The natural emergence of reasoning about the afterlife as a developmental regularity”. *Developmental Psychology, 40,* 217-33.
Bering, J.M., Blasi, C.H. & Bjorklund, D.F. (2005). “The development of ‘afterlife’ beliefs in religiously and secularly schooled children”. *British Journal of Developmental Psychology, 23,* 587-607.
Bernays, E. (1928). *Propaganda.* Brooklyn: Ig Publishing.
Bienenstock, E.L., Cooper, L.N. & Munro, P.W. (1982). “Theory for the development of neuron selectivity: Orientation specificity and

binocular interaction in visual cortex". *Journal of Neuroscience, 2,* 32-48.
Blair, H.T., Schafe, G.E., Bauer, E.P., Rodrigues, S.M. & LeDoux, J.E. (2001). "Synaptic plasticity in the lateral amygdala: A cellular hypothesis of fear conditioning". *Learning & Memory, 8,* 229-242.
Bliss, T.V. & Lomo, T. (1973). "Long-lasting potentiation of synaptic transmission in the dentate area of the anaesthetized rabbit following stimulation of the perforant path". *Journal of Physiology, 232,* 331-356.
Bloom, P. (2007). "Religion is natural". *Developmental Science, 10,* 147-151.
Boccalettii, S., Latora, V., Moreno, Y., Chavez, M. & Hwang, D.U. (2006). "Complex networks: Structure and Dynamics". *Physics Reports, 424,* 175-308.
Boesch, C. & Tomasello, M. (1998). "Chimpanzee and human cultures". *Current Anthropology, 39*, 591-614.
Borg, J., Andree, B., Soderstrom, H. & Farde, L. (2003). "The serotonin system and spiritual experiences". *American Journal of Psychiatry, 160,* 1965-1969.
Borges, J.L. (1964). *Labyrinths: Selected stories & other writings.* Nova York: New Directions.
Bornstein, R.F. (1989). "Exposure and affect: Overview and meta-analysis of research, 1968—1987". *Psychology Bulletin, 106,* 265—289.
Bowles, S. (2009). "Did warfare among ancestral hunter-gatherers affect the evolution of human social behaviors?" *Science, 324,* 1293-1298.
Boyd, R. (2006), "Evolution: The puzzle of human sociality". *Science, 314,* 15551556.
Boyer, P. (2001), *Religion explained: The evolutionary origins of religious thought.* Nova York: Basic Books.
Boyer, P. (2008). "Being human: Religion: Bound to believe?" *Nature, 455,* 10381039.
Brady, T.F., Konkle, T., Alvarez, G.A. & Oliva, A. (2008). "Visual long-term memory has a massive storage capacity for object

details". *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA, 105,* 14325-14329.
Brafman, O. & Brafman, R. (2009). *A força do absurdo.* Rio de Janeiro: Objetiva.
Brainerd, C.J., & Reyna, V.F. (2005). *The science of false memory.* Oxford: Oxford University Press.
Bray, S., Rangel, A., Shimojo, S., Balleine, B. & O'Doherty, J.P. (2008). "The neural mechanisms underlying the influence of pavlovian cues on human decision making". *Journal of Neuroscience, 28,* 5861-5866.
Breier, A., Albus, M., Pickar, D., Zahn, T.P., Wolkowitz, O. M. & Paul, S.M. (1987). "Controllable and uncontrollable stress in humans: Alterations in mood and neuroendocrine and psychophysiological function." *American Journal of Psychiatry, 144,* 1419-1425.
Brown, J.S. & Burton, R.R. (1978). "Diagnostic models for procedural bugs in basic mathematical skills." *Cognitive Science, 2,* 79-192.
Brownell, H.H. & Gardner, H. (1988). "Neuropsychological insights into humour." In J. Durant & J. Miller (Orgs.). *Laughing matters: A serious look at humour* (p. 17-34). Essex: Longman Scientific & Technical.
Brunel, N. & Lavigne, F. (2009). "Semantic priming in a cortical network model". *Journal of Cognitive Neuroscience, 21,* 2300-2319.
Buhusi, C.V. & Meck, W.H. (2005). "What makes us tick? Functional and neural mechanisms of interval timing". *Nature Reviews Neuroscience, 6*, 755-765.
Buonomano, D.V. (2003). "Timing of neural responses in cortical organotypic slices". *Proceedings of the National Academy of Science, USA, 100,* 4897-4902.
Buonomano, D.V. (2007), "The biology of time across different scales". *National Chemical Biology, 3,* 594-597.
Buonomano, D.V. & Karmarkar, U.R. (2002). "How do we tell time?" *Neuroscientist,*
8, 42-51.

Buonomano, D.V. & Mauk, M.D. (1994). “Neural network model of the cerebellum: Temporal discrimination and the timing of motor responses”. *Neural Computation, 6,* 38-55.
Buonomano, D.V. & Merzenich, M.M. (1998). “Cortical plasticity: From synapses to maps”. *Annual Review of Neuroscience, 21,* 149-186.
Burke, D.M., MacKay, D.G., Worthley, J.S. & Wade, E. (1991). “On the tip of the tongue: What causes word finding failures in young and older adults?” *Journal of Memory Language, 350,* 542-579.
Cahill, L. & McGaugh, J.L. (1996). “Modulation of memory storage”. *Current Opinion in Neurobiology, 6,* 237—242.
Cajal, S.R.Y. (1894). “The Croonian lecture: La fine structure des centres nerveux”. *Proceedings of the Royal Society of London, 55,* 444—468.
Camerer, C., Issacharoff, S., Loewenstein, G., O’Donoghue, T. & Rabin, M. (2003). “Regulation for conservatives: Behavioral economics and the case for ‘asymmetric paternalism’.” *University of Pennsylvania Law Review, 151,* 1211—1254.
Canty, N. & Gould, J.L. (1995). “The hawk/goose experiment: Sources of variability”. *Animal Behaviour, 50,* 1091—1095.
Carroll, S.R., Petrusic, W.M. & Leth-Steensen, C. (2009). “Anchoring effects in the judgment of confidence: Semantic or numeric priming”. *Attention, Perception, & Psychophysics, 71,* 297—307.
Casscells, W., Schoenberger, A. & Graboys, T.B. (1978). “Interpretation by physicians of clinical laboratory results”. *New England Journal of Medicine, 299,* 999-1001.
Castel, A.D., McCabe, D.P., Roediger, H.L. & Heitman, J.L. (2007). “The dark side of expertise: Domain-specific memory errors”. *Psychological Science, 18,* 3-5.
Ceci, S.J., Huffman, M.L.C., Smith, E. & Loftus, E.F. (1993). “Repeatedly thinking about a non-event: Source misattributions among preschoolers”. *Consciousness and Cognition, 3,* 388-407.
Chapman, G.B. & Bornstein, B.H. (1996). “The more you ask for, the more you get: Anchoring in personal injury verdicts”. *Applied*

Cognitive Psychology, 10, 519-540.
Chapman, G.B. & Johnson, E.J. (2002). “Incorporating the irrelevant: Anchors in judgements of the belief and value”. In T. Gilovich et al. (Orgs.). *Heuristics and biases: The psychology of intuitive judgment* (p. 120-138). Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
Chartrand, T.L. & Bargh, J.A. (1999). “The chameleon effect: the perception-behavior link and social interaction”. *Journal of Personality and Social Psychology, 76*, 893-910.
Chun, M.M. & Turk-Browne, N.B. (2007). “Interactions between attention and memory”. *Current Opinion in Neurobiology, 17,* 177-184.
Cialdini, R.B. (2003). “Crafting normative messages to protect the environment”. *Current Directions in Psychological Science, 12,* 105-109.
Clark, R.E. & Squire, L.R. (1998). “Classical conditioning and brain systems: The role of awareness”. *Science, 280,* 77-81.
Clay, F., Bowers, J.S., Davis, C.J. & Hanley, D.A. (2007). “Teaching adults new words: The role of practice and consolidation”. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 33,* 970-976.
Clipperton, A.E., Spinato, J.M., Chernets, C., Pfaff, D.W. & Choleris, E. (2008). “Differential effects of estrogen receptor alpha and beta specific agonists on social learning of food preferences in female mice”. *Neuropsychopharmacology, 9,* 760-773.
Cohen, G. (1990). “Why is it difficult to put names to faces?” *British Journal of Psychology, 81,* 287-297.
Cohen, G. & Burke, D.M. (1993). “Memory for proper names: A review”. *Memory,*
1, 249-263.
Collins, A.M. & Loftus, E.F. (1975). “A spreading-activation theory of semantic processing”. *Psychological Review, 82,* 407-428.
Colombo, J.A., Reisin, H.D., Miguel-Hidalgo, J.J. & Rajkowska, G. (2006). “Cerebral cortex astroglia and the brain of a genius: A propos of A. Einstein’s”. *Brain Research Reviews, 52,* 257-263.

Colwill, R.M. & Rescorla, R.A. (1988). “Associations between the discriminative stimulus and the reinforcer in instrumental learning”. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes, 14,* 155-164.

Cook, M. & Mineka, S. (1990). “Selective associations in the observational conditioning of fear in rhesus monkeys”. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes, 16,* 372-389.

Cosmides, L. & Tooby, J. (1996). “Are humans good intuitive statisticians after all? Rethinking some conclusions from the literature on judgment under uncertainty”. *Cognition, 58,* 1-73.

Coussi-Korbel, S. & Fragaszy, D.M. (1995). “On the relation between social dynamics and social learning”. *Animal Behaviour, 50,* 1441-1453.

Craske, M.G. & Waters, A.M. (2005). “Panic disorder, phobias, and generalized anxiety disorder”. *Annual Review of Clinical Psychology, 1,* 197-225.

Dagenbach, D., Horst. S. & Carr, T.H. (1990). “Adding new information to semantic memory: How much learning is enough to produce automatic priming?” *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 16,* 581-591.

Damasio, H., Grabowski, T., Frank, R., Galaburda, A.M. & Damasio, A.R. (1994). “The return of Phineas Gage: Clues about the brain from the skull of a famous patient”. *Science, 264,* 1102-1105.

Darwin, C. (1839). *O Beagle na América do Sul.* São Paulo: Paz e Terra.

Darwin, C. (1871), *The descent of man.* Nova York: Prometheus Books.

Dawkins, R. (2003). *O capelão do diabo: ensaios escolhidos.* São Paulo: Companhia das Letras.

Dawkins, R. (2006). *Deus — um delírio.* São Paulo: Companhia das Letras.

Deaner, R.O., Khera, A.V. & Platt, M.L. (2005). “Monkeys pay per view: Adaptive valuation of social images by rhesus macaques”. *Current Biology, 15,* 543-548.

Debiec, J. & Ledoux, J.E. (2004). “Disruption of reconsolidation but not consolidation of auditory fear conditioning by noradrenergic blockade in the amygdala.” *Neuroscience, 129,* 267-272.

Deer, B. (2011). “How the case against the MMR vaccine was fixed”. *British Medical Journal, 342,* 77-82.

Dehaene, S. (1997). “The number sense: How the mind creates mathematics”. Oxford: Oxford University Press.

Dehaene, S., Izard, V., Spelke, E. & Pica, P. (2008). “Log or linear? Distinct intuitions of the number scale in Western and Amazonian indigene cultures”. *Science*, *320,* 1217-1220.

De Martino, B., Kumaran, D., Seymour, B. & Dolan, R.J. (2006). “Frames, biases, and rational decision-making in the human brain”. *Science, 313*, 684-687.

Dennett, D.C. (2006). *Breaking the spell: religion as a natural phenomenon.* Nova York: Viking.

De Pauw, K.W. & Szulecka, T.K. (1988). “Dangerous delusions. Violence and the misidentification syndromes”. *British Journal of Psychiatry, 152,* 91-96.

De Waal, F. (2001). *The ape and the sushi master.* Nova York: Basic Book.

De Waal, F. (2005). *Our inner ape,* Nova York: Berkeley Publishing Group.

Diamond, M.C., Scheibel, A.B., Murphy, G.M., Jr. & Harvey, T. (1985). “On the brain of a scientist: Albert Einstein”. *Experimental Neurology, 88,* 198-204.

Dickinson, A., Watt, A. & Giffiths, W.J.H. (1992). “Free-operant acquisition with delayed reinforcement”. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 45B,* 241-258.

Droit-Volet, S. & Gil, S. (2009). “The time-emotion paradox”. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 364,* 1943-1953.

Drullman, R. (1995). “Temporal envelope and fine structure cues for speech intelligibility”. *Journal of the Acoustic Society of America, 97,* 585-592.

Dubi, K., Rapee, R., Emerton, J. & Schniering, C. (2008). “Maternal modeling and the acquisition of fear and avoidance in

toddlers: Influence of stimulus preparedness and child temperament". *Journal of Abnormal Child Psychology,* 36, 499-512.
Dudai, Y. (2006). "Reconsolidation: The advantage of being refocused". *Current Opinion in Neurobiology, 16,* 174-178.
Eagleman D.M. & Sejnowski, T.J. (2000). "Motion integration and postdiction in visual awareness". *Science, 287,* 2036-2038.
Edelstyn, N.M. & Oyebode, F. (1999). "A review of the phenomenology and cognitive neuropsychological origins of the Capgras syndrome". *International Journal of Geriatric Psychiatry, 14,* 48-59.
Edwards, D.S., Allenh, R., Papadopoulos, T., Rowan, D., Kim, S.Y. & Wilmot-Brown, L. (2009). "Investigations of mammalian echolocation". *Conference Proceedings of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society,* 7184-7187.
Eggermont, J.J. & Roberts, L.E. (2004). "The neuroscience of tinnitus". *Trends in Neuroscience, 27,* 676-682.
Eigsti, I.M., Zayas, V., Mischel, W., Shoda, Y., Ayduk, O., Dadlani, M.B., Davidson, M.C. *et al.* (2006). "Predicting cognitive control from preschool to late adolescence and young adulthood". *Psychological Science, 17,* 478-484.
Elbert, T., Pantev, C., Wienbruch, C., Rockstroh, B. & Taub, E. (1995). "Increased cortical representation of the fingers of the left hand in string players". *Science, 270,* 305-307.
Enserink, M. (2008). "Anthrax investigation: Full-genome sequencing paved the way from spores to a suspect". *Science, 321,* 898-899.
Esteves, F., Dimberg, U. & Ohman, A. (1994). "Automatically elicited fear: Conditioned skin conductance responses to masked facial expressions". *Cognition & Emotion, 8,* 393-413.
Everett, D. (2008). *Don't sleep, there are snakes.* Nova York: Pantheon.
Fendt, M. & Fanselow, M.S. (1999). "The neuroanatomical and neurochemical basis of conditioned fear". *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 23,* 743-760.
Ferrari, P.F., Visalberghi, E., Paukner, A., Fogassi, L., Ruggiero, A. & Suomi, S.J. (2006). "Neonatal imitation in rhesus

macaques". *PLoSBiology, 4,* e302.
Fiete, I.R., Senn, W., Wang, C.Z.H., Hahnloser, R.H.R. (2010). "Spike-time-dependent plasticity and heterosynaptic competition organize networks to produce long scale-free sequences of neural activity". *Neuron, 65,* 563-576.
Fisher, C.M. (2000). "Alien hand phenomena: A review with the addition of six personal cases". *Canadian Journal of Neurological Science, 27,* 192-203.
Flor, H. (2002). "Phantom-l imb pain: Characteristics, causes, and treatment". *The Lancet Neurology, 1,* 182-189.
Flor, H., Elbert, T., Knecht, S., Wienbruch, C., Pantev, C., Birbaumer, N., Larbig, W. *et al.* (1995). "Phantom-limb pain as a perceptual correlate of cortical reorganization following arm amputation". *Nature, 375,* 482-484.
Flor, H., Nikolajsen, L. & Staehelin, Jensen, T. (2006). "Phantom limb pain: A case of maladaptive CNS plasticity?" *Nature Reviews Neuroscience,* 7, 873-881.
Foer, J. (2006, abril). "How to win the World Memory Championship". *Discover*, 62-66.
Frederick, S., Loewenstein, G., O'Donoghue, T. (2002). "Time discounting and time preference: A critical review". *Journal of Economic Literature, 45,* 351-401.
Frey, U., Huang, Y.Y. & Kandel, E.R. (1993). "Effects of cAMP simulate a late stage of LTP in hippocampal CA1 neurons". *Science, 260,* 1661-1664.
Frey, U., Krug, M., Reymann, K.G. & Matthies, H. (1988). "Anisomycin, an inhibitor of protein synthesis, blocks late phases of LTP phenomena in the hippocampal CA1 region in vitro". *Brain Research, 452,* 57-65.
Fugh-Berman, A. & Ahari, S. (2007). "Following the script: How drug reps make friends and influence doctors". *PLoS Med, 4,* e150.
Fujisaki, W., Shimojo, S., Kashino, M. & Nishida, S. (2004). "Recalibration of audiovisual simultaneity". *Nature Neuroscience, 7*, 773-778.
Galaburda, A.M. (1999). "Albert Einstein's brain". *The Lancet, 354,* 1821; resposta do autor, 1822.

Galdi, S., Arcuri, L. & Gawronski, B. (2008). “Automatic mental associations predict future choices of undecided decision-makers”. *Science, 321,* 1100-1102.

Galef, B.G., Jr. & Wigmore, S.W. (1983). “Transfer of information concerning distant foods: A laboratory investigation of the ‘information-centre’ hypothesis”. *AnimalBehavior, 31,* 748-758.

Gibbons, H. (2009). “Evaluative priming from subliminal emotional words: Insights from event-related potentials and individual differences related to anxiety”. *Consciousness and Cognition, 18,* 383-400.

Gigerenzer, G. (2000). *Adaptive thinking: Rationality in the real world.* Oxford: Oxford University Press.

Gigerenzer, G. (2008). *Rationality for mortals: How people cope with uncertainty.* Oxford: Oxford University Press.

Gilbert, C.D., Sigman, M., Crist, R.E. (2001). “The neural basis of perceptual learning”. *Neuron, 31,* 681-697.

Gilbert, C.D. & Wiesel, T.N. (1990). “The influence of contextual stimuli on the orientation selectivity of cells in primary visual cortex of the cat”. *Vision Research,*
30, 1689-1701.

Gilbert, D. (2007). *Stumbling on happiness.* Nova York: Vintage Books.

Gilis, B., Helsen, W., Catteeuw, P. & Wagemans, J. (2008). “Offside decisions by expert assistant referees in association football: Perception and recall of spatial positions in complex dynamic events”. *Journal of Experimental Psychology: Applied,*
14, 21-35.

Gilovich, T., Griffin, D. & Kahneman, D. (2002). *Heuristics and biases: The psychology of intuitive judgment.* Cambridge: Cambridge University Press.

Gilstrap, L.L. & Ceci, S.J. (2005). “Reconceptualizing children’s suggestibility: Bidirectional and temporal properties”. *Child Development, 76,* 40-53.

Gladwell, M. (29 de outubro de 2001). “The scourge you know”. *The New Yorker.*

Gladwell, M. (2005). *Blink: A decisão num piscar de olhos.* Rio de Janeiro: Rocco.

Glassner, B. (1999). *A cultura do medo.* Rio de Janeiro: Francisco Alves.
Glassner, B. (2004). “Narrative techniques of fear mongering”. *Social Research, 71,* 819-826.
Gleick, P.H. (2010). *Bottled and sold.* Washington: Island Press.
Goelet, P., Castellucci, V.F., Schacher, S. & Kandel, E.R. (1986). “The long and the short of long-term memory—a molecular framework”. *Nature, 322,* 419-422.
Gold, J.I. & Shadlen, M.N. (2007), “The neural basis of decision making”. *Annual Review of Neuroscience, 30,* 535-574.
Golden, S.S., Johnson, C.H. & Kondo, T. (1998). “The cyanobacterial circadian system: A clock apart”. *Current Opinion in Microbiology, 1,* 669-673.
Goldman, M.S. (2009). “Memory without feedback in a neural network”. *Neuron, 61,* 621-634.
Gonzalez, L.E., Rojnik, B., Urrea, F., Urdaneta, H., Petrosino, P., Colasante, C., Pino, S., et al. (2007). “*Toxoplasma gondii* infection lower anxiety as measured in the plus-maze and social interaction tests in rats: A behavioral analysis”. *Behavioural Brain Research, 177,* 70-79.
Goosens, K.A. & Maren, S. (2004). “NMDA receptors are essential for the acquisition, but not expression, of conditional fear and associative spike firing in the lateral amygdale”. *European Journal of Neuroscience, 20,* 537-548.
Gore, A. (2004). “The politics of fear”. *Social Research, 71,* 779-798.
Gore, A. (2007). *O ataque à razão.* São Paulo: Manole.
Gormezano, I., Kehoe, E.J. & Marshall, B.S. (1983). “Twenty years of classical conditioning with the rabbit”. In J.M. Sprague & A.N. Epstein (Orgs.). *Progress in psychobiology and physiological psychology* (p. 197-275). Nova York: Academic Press.
Gorn, G.J. (1982). “The effects of music in advertising on choice behavior: A classical conditioning approach”. *The Journal of Marketing, 46,* 94-101.
Gould, E. (2007). “How widespread is adult neurogenesis in mammals?” *Nature Reviews Neuroscience, 8,* 481-488.

Gould, S.J. (1999). *Pilares do tempo.* Rio de Janeiro: Rocco.
Granqvist, P., Fredrikson, M., Unge, P., Hagenfeldt, A., Valind, S., Larhammar, D.
& Larsson, M. (2005). “Sensed presence and mystical experiences are predicted by suggestibility, not by the application of transcranial weak complex magnetic fields”. *Neuroscience Letters, 379,* 1-6.
Greenwald, A.G., McGhee, D.E. & Schwartz, J.L. (1998). “Measuring individual differences in implicit cognition: The implicit association test”. *Journal of Personality and Social Psychology, 74,* 1464-1480.
Grill-Spector, K., Henson, R. & Martin, A. (2006). “Repetition and the brain: Neural models of stimulus-specific effects”. *Trends in Cognitive Sciences, 10,* 14-23.
Griskevicius, V., Cialdini, R.B. & Goldstein, N.J. (2008). “Applying (and resisting) peer influence”. *MIT Sloan Management Review, 49,* 84-89.
Groopman, J. (9 de fevereiro de 2009). “That buzzing sound: The mystery of tinnitus”. *The New Yorker*, 42-49.
Gross, C.G. (2000. “Neurogenesis in the adult brain: Death of a dogma”. *Nature Reviews Neuroscience, 1*, 67-73.
Gustafsson, B. & Wigstrom, H. (1986). “Hippocampal long-lasting potentiation produced by pairing single volleys and conditioning tetani evoked in separate af-ferents”. *Journal of Neuroscience, 6,* 1575-1582.
Hafalir, E.I. & Loewenstein, G. *The impact of credit cards on spending: Afield experiment.* No prelo.
Halligan, P.W., Marshall, J.C. & Wade, D.T. (1995). “Unilateral somatoparaphrenia after right hemisphere stroke: a case description”. *Cortex, 31,* 173-182.
Han, J.-H., Kushner, S.A., Yiu, A.P., Hsiang, H.-L., Buch, T., Waisman, A., Bontempi, B., et al. (2009). “Selective erasure of a fear memory”. *Science, 323,* 1492-1496.
Hardt, O., Einarsson, E.O., Nader, K. (2010). “A bridge over troubled water: Reconsolidation as a link between cognitive and neuroscientific memory research traditions”. *Annual Review of Psychology, 61,* 141-167.

Harris, S. (2009), *A morte da fé: Religião, terror e o futuro da razão.* São Paulo: Companhia das Letras.
Harris, S. (2006). *Carta a uma nação cristã.* São Paulo: Companhia das Letras.
Harris, S., Kaplan, J.T., Curiel, A., Bookheimer, S.Y., Iacoboni, M. & Cohen, M.S. (2009). 'The neural correlates of religious and nonreligious belief'. *PLoS ONE,* 4, e7272.
Hebb, D.O. (1949). *Organization of behavior.* Nova York: Wiley.
Hedgcock, W., Rao, A.R. & Chen, H.P. (2009). "Could Ralph Nader's entrance and exit have helped al gore? The impact of decoy dynamics on consumer choice". *Journal of Marketing Research, 46,* 330-343.
Hellman, H. (2001). *Great feuds in medicine.* Nova York: John Wiley & Sons.
Henrich, J. & McElreath, R. (2003). "The evolution of cultural evolution". *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews, 12,* 123-135.
Herculano-Houzel, S. (2009). "The human brain in numbers: A linearly scaled-up primate brain". *Frontiers in Human Neuroscience, 3,* 1-11.
Herman, J. (1998). "Phantom limb: From medical knowledge to folk wisdom and back". *Annals of Internal Medicine, 128,* 76-78.
Herry, C., Ciocchi, S., Senn, V., Demmou, L., Muller, C. & Luthi, A. (2008). "Switching on and off fear by distinct neuronal circuits". *Nature, 454,* 600-606.
Hicks, R.E., Miller, G.W. & Kinsbourne, M. (1976). "Prospective and retrospective judgments of time as a function of amount of information processed". *American Journal of Psychology, 89,* 719-730.
Hill, D.R. & Persinger, M.A. (2003). "Application of transcerebral, weak (1 microT) complex magnetic fields and mystical experiences: Are they generated by field-induced dimethyltryptamine release from the pineal organ?" *Perceptual & Motor Skills 97*, 1049-1050.
Hine, T. (1995). *The total package: The secreted history and hidden meanings of boxes, bottles, cans, and other persuasive containers.* Boston: Back Bay Books.

Hirstein, W. & Ramachandran, V.S. (1997). “Capgras syndrome: A novel probe for understanding the neural representation of the identity and familiarity of persons”. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 264,* 437-444.

Hitchens, C. (2007). *Deus não é grande: Como a religião envenena tudo.* Rio de Janeiro: Ediouro.

Hitler, A. (1927/1999), *Mein Kampf* Boston: Houghton Mifflin.

Holtmaat, A. & Svoboda, K. (2009). “Experience-dependent structural synaptic plasticity in the mammalian brain”. *Nature Reviews Neuroscience, 10,* 647-658.

Hood, B. (2010), *Supersentido: por que acreditamos no inacreditável.* Ribeirão Preto: Novo Conceito.

Hutchison, K.A. (2003). “Is semantic priming due to association strength or feature overlap? A microanalytic review”. *PsychonomicBulletin Review, 10,* 758-813.

Hwang, J., Kim, S. & Lee, D. (2009). “Temporal discounting and inter-temporal choice in rhesus monkeys”. *Frontiers in Behavioral Neuroscience, 4,* 12.

Iacoboni, M. (2008). *Mirroring people.* Nova York: Farrar, Straus and Giroux.

Ivry, R.B. & Spencer, R.M.C. (2004). “The neural representation of time”. *Current Opinion in Neurobiology, 14*, 225-232.

James, L.E. (2004). “Meeting Mr. Farmer versus meeting a farmer: Specific effects of aging on learning proper names”. *Psychology and Aging, 19,* 515-522.

Jamieson, K.H. (1992). *Dirty politics: Deception, distraction and democracy.* Nova York: Oxford University Press.

Jenkins, W.M., Merzenich, M.M., Ochs, M.T., Allard, T. & Guic-Robles, E. (1990). “Functional reorganization of primary somatosensory cortex in adult owl monkeys after behaviorally controlled tactile stimulation”. *Journal of Neurophysiology, 63,* 82-104.

Jeon, D., Kim, S., Chetana, M., Jo, D., Ruley, H.E., Lin, S.-Y., Rabah, D. et al.

(2010). “Observational fear learning involves affective pain system and Cav1.2 Ca2+ channels in ACC”. *Nature Neuroscience, 13,* 482-488.

Jin, D.Z., Fujii, N. & Graybiel, A.M. (2009). "Neural representation of time in cortico-basal ganglia circuits". *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA,*
106, 19.156-19.161.
Johnson, D.D., Stopka, P., Knights, S. (2003). "Sociology: The puzzle of human cooperation". *Nature, 421, 911 e 912;* discussão, 912.
Johnson, E.J., Hershey, J., Meszaros, J. & Kunreuther, H. (1993). "Framing, probability distortions, and insurance decisions". *Journal of Risk and Uncertainty,* 7, 35-51.
Johnson-Laird, P.N. (1983). *Mental models.* Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
Juottonen, K., Gockel, M., Silen, T., Hurri, H., Hari, R. & Forss, N. (2002). "Altered central sensorimotor processing in patients with complex regional pain syndrome". *Pain, 98,* 315-323.
Kaas, J.H., Nelson, R.J., Sur, M., Lin, C.S. & Merzenich, M.M, (1979). "Multiple representations of the body within the primary somatosensory cortex of primates". *Science, 204,* 521-523.
Kable, J.W. & Glimcher, P.W. (2007). "The neural correlates of subjective value during intertemporal choice". *Nature Neuroscience, 10,* 1625-1633.
Kahneman, D. (2002). "Maps of bounded rationality: A perspective on intuitive judgments and choice". Discurso do Nobel. (http://nobelprize.org/nobel_prizes/economics/laureates/2002/kahneman-lecture.html).
Kahneman, D., Knetsch, J.L. & Thaler, R.H. (1991). "The endowment effect, loss aversion, and status quo bias". *Journal of Economic Perspectives, 5,* 193-206.
Kalichman, S. (2009). *Denying AIDS: Conspiracy theories, pseudoscience, and human tragedy.* Nova York: Springer.
Kandel, E.R. (2009). *Em busca da memória.* São Paulo: Companhia das Letras.
Kandel, E.R., Schartz, J. & Jessel, T. (2000). *Fundamentos da neurociência e do comportamento.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
Kantha, S.S. (1992). "Albert Einstein's dyslexia and the significance of Brodmann Area 39 of his left cerebral cortex".

Medical Hypotheses, 37, 119-122.
Karmarkar, U.R., Najarian, M.T. & Buonomano, D.V. (2002). "Mechanisms and significance of spike-timing dependent plasticity". *Biological Cybernetics, 87,* 373-382.
Katkin, E.S., Wiens, S. & Ohman, A. (2001). "Nonconscious fear conditioning, visceral perception, and the development of gut feelings". *Psychological Science, 12,* 366-370.
Kavaliers, M., Colwell, D.D. & Choleris, E. (2005). "Kinship, familiarity and social status modulate social learning about 'micropredators' (biting flies) in deer mice". *Behavioral Ecology and Sociobiology, 58,* 60-71.
Kawamura, S. (1959). "The process of sub-culture propagation among Japenese macaques". *Primate, 2*, 43-54.
Kelso, S.R., Ganong, A.H. & Brown, T.H. (1986). "Hebbian synapses in hippocampus". *Proceedings of the National Academy of Science, USA, 83,* 5326-5330.
Kilgard, M.P. & Merzenich, M.M. (1998). "Cortical map reorganization enabled by nucleus basalis activity". *Science, 279,* 1714-1718.
Kim, B.K. & Zauberman, G. (2009). "Perception of anticipatory time in temporal discounting". *Journal of Neuroscience, Psychology, and Economics, 2,* 91-101.
King, D.P. & Takahashi, J.S. (2000). "Molecular genetics of circadian rhythms in mammals". *Annual Review of Neuroscience, 23,* 713-742.
Kingdom, F.A., Yoonessi, A. & Gheorghiu, E. (2007). "The leaning tower illusion: A new illusion of perspective". *Perception, 36*, 475-477.
Klein, J.T., Deaner, R.O. & Platt, M.L. (2008). "Neural correlates of social target value in macaque parietal cortex". *Current Biology, 18,* 419-424.
Knutson, B., Wimmer, G.E., Rick, S., Hollon, N.G., Prelec, D. & Loewenstein, G.
(2008). "Neural antecedents of the endowment effect". *Neuron, 58,* 814-822.
Koenigs, M. & Tranel, D. (2008). "Prefrontal cortex damage abolishes brand-cued changes in cola preference". *Social*

Cognitive and Affective Neuroscience, 3, 1-6.
Koester, H.J. & Johnston, D. (2005). “Target cell-dependent normalization of transmitter release at neocortical synapses”. *Science, 308*, 863-866.
Konopka, R.J. & Benzer, S. (1971). “Clock mutants of Drosophila melanogaster”. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA, 68,* 2112-2116.
Kristensen, H. & Garling, T. (1996). “The effects of anchor points and reference points on negotiation process and outcome”. *Organizational Behavior and Human Decision Processes, 71*, 85-94.
Kujala, T., Alho, K. & Naatanen, R. (2000). “Cross-modal reorganization of human cortical functions”. *Trends in Neuroscience, 23*, 115-120.
Kupers, R., Pappens, M., de Noordhout, A.M., Schoenen. J., Ptito, M. & Fumal, A. (2007). “rTMS of the occipital cortex abolishes Braille reading and repetition priming in blind subjects”. *Neurology, 68,* 691-693.
Laeng, B., Overvoll, M. & Steinsvik, O. (2007). “Remembering 1500 pictures: The right hemisphere remembers better than the left”. *Brain and Cognition, 63*, 136-144.
Landtblom, A.-M. (2006). “The ‘sensed presence’: An epileptic aura with religious overtones”. *Epilepsy & Behavior, 9,* 186-188.
Larson, J. & Lynch, G. (1986). “Induction of synaptic potentiation in hippocampus by patterned stimulation involves two events”. *Science, 232*, 985-988.
Lawrence, E.C. & Elliehausen, G. (2008). “A comparative analysis of payday loan customers”. *Contemporary Economic Policy, 26,* 299-316.
Lebedev, M.A., O’Doherty, J.E. & Nicolelis, M.A.L. (2008). “Decoding of temporal Intervals from cortical ensemble activity”. *Journal of Neurophysiology, 99*, 166-186.
LeDoux, J.E. (1998). *O cérebro emocional.* Rio de Janeiro: Objetiva.
Lee, S.J., Ralston, H.J., Drey, E.A., Partridge, J.C. & Rosen, M.A. (2005). “Fetal pain: A systematic multidisciplinary review of the

evidence". *Journal of the American Medical Association, 294,* 947-954.
Levy, S.E., Mandell, D.S. & Schultz, R.T. (2009). "Autism". *The Lancet, 374,* 1627-1638.
Lewicki, M.S. & Arthur, B.J. (1996). "Hierarchical organization of auditory temporal context sensitivity". *Journal of Neuroscience, 16,* 6987-6998.
Lieberman, D.A., Carina, A., Vogel, M. & Nisbet, J. (2008). "Why do the effects of delaying reinforcement in animals and delaying feedback in humans differ? A working-memory analysis". *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 61,* 194-202.
Linden, D.J. (2007). *The accidental mind.* Boston: Harvard University Press.
Lindstrom, M. (2008). *A lógica do consumo: verdades e mentiras sobre por que compramos.* Rio de Janeiro: Nova Fronteira.
Liu, J.K. & Buonomano, D.V. (2009). "Embedding multiple trajectories in simulated recurrent neural networks in a self-organizing manner". *Journal of Neuroscience, 29,* 13172-13181.
Loewenstein, G., Brennan, T. & Volpp, K.G. (2007). "Asymmetric paternalism to improve health behaviors". *Journal of the American Medical Association, 298*, 2415-2417.
Loftus, E.F. (1996). *Eyewitness testimony.* Cambridge, MA: Harvard Univerfity Press.
Loftus, E.F., Miller, D.G. & Burns, H.J. (1978). "Semantic integration of verbal information into a visual memory". *Journal of Experimental Psychology—Human Learning and Memory, 4,* 19-31.
Loftus, E.F., Schooler, J.W., Boone, S.M. & Kline, D. (1987). "Time went by so slowly: overestimation of event duration by males and females". *Applied Cognitive Psychology, 1*, 3-13.
Long, M.A., Jin, D.Z. & Fee, M.S. (2010). "Support for a synaptic chain model of neuronal sequence generation". *Nature, 468,* 394-399.
Losin, E.A.R., Dapretto, M. & Iacoboni, M. (2009). "Culture in the mind's mirror: How anthropology and neuroscience can inform a

model of the neural substrate for cultural imitative learning". *Progress in Brain Research, 178,* 175-190.
Maquiavel, N. (1532/2010). *O príncipe.* São Paulo: Penguin Companhia.
Mackintosh, N.J. (1974). *The psychology of animal learning.* Nova York: Academic Press.
Madrian, B.C. & Shea, D.F. (2001). "The power of suggestion: Inertia in 401(k) participation and savings behavior". *Quarterly Journal of Economics, 116,* 1149-1187.
Maihofner, C., Handwerker, H.O., Neundorfer, B. & Birklein, F. (2003). "Patterns of cortical reorganization in complex regional pain syndrome". *Neurology, 61,* 1707-1715.
Malenka, R.C., Bear, M.F. (2004). "LTP and LTD: An embarrassment of riches".
Neuron, 44, 5-21.
Manson, J.H., Wrangham, R.W., Boone, J.L., Chapais, B., Dunbar, R.I.M., Ember, C.R., Irons, W. *et al.* (1991). "Intergroup aggression in chimpanzees and humans". *Current Anthropology, 32,* 369-390.
Maren, S. & Quirk, G.J. (2004). "Neuronal signaling of fear memory". *Nature Reviews Neuroscience, 5*, 844-852.
Markram H., Lubke, J., Frotscher, M., Roth, A. & Sakmann, B. (1997). "Physiology and anatomy of synaptic connections between thick tufted pyramidal neurons in the developing rat neocortex". *Journal of Physiology, 500,* 409-440.
Marshall, W.H., Woolsey, C.N. & Bard, P. (1937). "Cortical representation of tactile sensibility as indicated by cortical potentials". *Science, 85,* 388-390.
Martin, S.J., Grimwood, P.D. & Morris, R.G. (2000). "Synaptic plasticity and memory: An evaluation of the hypothesis". *Annual Review of Neuroscience, 23,* 649-711.
Maruenda, F.B. (2004). "Can the human eye detect an offside position during a football match?" *British Medical Journal, 324,* 1470-1472.
Matsuzawa, T. & McGrew, W.C. (2008). "Kinji Imanishi and 60 years of Japanese primatology". *Current Biology, 18,* R587-R591.

Mauk, M.D. & Buonomano, D.V. (2004). “The neural basis of temporal processing”. *Annual Reviews Neuroscience, 27,* 307-340.

McClelland, J. (1985). “Distributed models of cognitive processes: Applications to learning and memory”. *Annals of the New York Academy of Science, 444,* 1-9.

McClung, C.R. (2001). “Circadian rhythms in plants”. *Annual Review ofPlant Physiology and Plant Molecular Biology, 52,* 139-162.

McClure, S.M., Laibson, D.I., Loewenstein, G. & Cohen, J.D. (2004). “Separate neural systems value immediate and delayed monetary rewards”. *Science, 306,* 503-507.

McDonald, J.J., Teder-Salejarvi, W.A., Di Russo, F. & Hillyard, S.A. (2005). “Neural basis of auditory-induced shifts in visual time-order perception”. *Nature Neuroscience, 8,* 1197-1202.

McGregor, I.S., Hargreaves, G.A., Apfelbach, R. & Hunt, G.E. (2004). “Neural correlates of cat odor-induced anxiety in rats: Region-specific effects of the benzodiazepine midazolam”. *Journal of Neuroscience, 24,* 4134-4144.

McGurk, H. & MacDonald, J. (1976). “Hearing lips and seeing voices”. *Nature, 264,* 746-748.

McKernan, M.G. & Shinnick-Gallagher, P. (1997). “Fear conditioning induces a lasting potentiation of synaptic currents in vitro”. *Nature, 390,* 607-611.

McWeeny, K.H., Young, A.W., Hay, D.C. & Ellis, A.W. (1987). “Putting names to faces”. *British Journal of Psychology, 78,* 143-146.

Meck, W.H. (1996). “Neuropharmacology of timing and time perception”. *Brain Research and Cognition, 3,* 227—242.

Medina, J.F., Garcia, K.S., Nores, W.L., Taylor, N.M. & Mauk, M.D. (2000). “Timing mechanisms in the cerebellum: Testing predictions of a large-scale computer simulation”. *Journal of Neuroscience, 20,* 5516-5525.

Melzack, R. (1992, abril). “Phantom limbs”. *Scientific American,* 84-91.

Menzies, R.G. & Clark, J.C. (1995). “The etiology of phobias: A nonassociative account”. *Clinical Psychology Review, 15,* 23-48.

Merabet, L.B. & Pascual-Leone, A. (2009). "Neural reorganization following sensory loss: The opportunity of change". *Nature Reviews Neuroscience, 11,* 46-52.
Merzenich, M.M., Kaas, J.H., Wall. J., Nelson, R.J., Sur, M. & Felleman, D. (1983). "Topographic reorganization of somatosensory cortical areas 3b and 1 in adult monkeys following restricted deafferentation". *Neuroscience, 8,* 33-55.
Milekic, M.H. & Alberini, C.M. (2002). "Temporally graded requirement for protein synthesis following memory reactivation". *Neuron, 36,* 521-525.
Miles, L.K., Nind, L.K. & Macrae, C.N. (2010). "Moving through time". *Psychological Science, 21,* 222 e 223.
Mineka, S. & Zinbarg, R. (2006). "A contemporary learning theory perspective on the etiology of anxiety disorders: It's not what you thought it was". *American Psychologist, 61,* 10-26.
Misanin, J.R., Miller, R.R. & Lewis, D.J. (1968). "Retrograde amnesia produced by electroconvulsive shock after reactivation of a consolidated memory trace". *Science, 160,* 554 e 555.
Mischel, W., Shoda, Y. & Rodriguez, M.I. (1989). "Delay of gratification in children". *Science, 244,* 933-938.
Mitchell, M. (2009). *Complexity: A guided tour.* Oxford: Oxford University Press.
Miyazaki, M., Yamamoto, S., Uchida, S. & Kitazawa, S. (2006). "Bayesian calibration of simultaneity in tactile temporal order judgment". *Nature Neuroscience, 9,* 875-877.
Monfils, M.-H., Cowansage, K.K., Klann, E. & LeDoux, J.E. (2009). "Extinction-reconsolidation boundaries: Key to persistent attenuation of fear memories". *Science, 324,* 951-955.
Morewedge, C.K. & Kahneman, D. (2010). "Associative processes in intuitive judgment". *Trends in Cognitive Science, 14,* 435-440.
Morrow, N.S., Schall, M., Grijalva. C.V., Geiselman, P.J., Garrick, T., Nuccion, S.
& Novin, D. (1997). "Body temperature and wheel running predict survival times in rats exposed to activity-stress". *Physiology & Behavior, 62,* 815-825.

Moseley, G.L., Zalucki, N.M. & Wiech, K. (2008). “Tactile discrimination, but not tactile stimulation alone, reduces chronic limb pain”. *Pain, 137,* 600-608.

Mrsic-Flogel, T.D., Hofer, S.B., Ohki, K., Reid, R.C., Bonhoeffer, T. & Hubener, M. (2007). “Homeostatic regulation of eye-specific responses in visual cortex during ocular dominance plasticity”. *Neuron, 54,* 961-972.

Nader, K., Schafe, G.E., LeDoux, J.E. (2000). “Fear memories require protein synthesis in the amygdala for reconsolidation after retrieval”. *Nature, 406,* 722-726.

Nelson, D.L., McEvoy, C.L. & Schreiber, T.A. (1998). “The University of South Florida word association, rhyme, and word fragment norms”. http://www.usf.edu/ FreeAssociation, acessado em 18 de novembro de 2010.

Nelson, E.E., Shelton. S.E. & Kalin, N.H. (2003). “Individual differences in the responses of naive rhesus monkeys to snakes”. *Emotion, 3,* 3-11.

Nieder, A., Freedman, D.J. & Miller, E.K. (2002). “Representation of the quantity of visual items in the primate prefrontal cortex”. *Science, 297,* 1708-1711.

Nieder, A. & Merten, K. (2007). “A labeled-line code for small and large numeros-ities in the monkey prefrontal cortex”. *Journal of Neuroscience, 27,* 5986-5993.

Nijhawan, R. (1994). “Motion extrapolation in catching”. *Nature, 370,* 256 e 257.

Nils, B.J., Daniel, L. & Thomas, W.S. (2009). “Weight as an embodiment of importance”. *Psychological Science, 20,* 1169-1174.

Norena, A. (2002). “Psychoacoustic characterization of the tinnitus spectrum: implications for the underlying mechanisms of tinnitus”. *Audiology and Neurotology,* 7, 358-369.

Nosek, B.A., Smyth, F.L., Sriram, N., Lindner, N.M., Devos, T., Ayala, A., Bar-Anan, Y. *et al.* (2009). “National differences in gender-science stereotypes predict national sex differences in science and math achievement”. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA, 106,* 10593-10597.

Núnez, R.E. & Sweetser, E. (2006). “With the future behind them: Convergent evidence from Aymara language and gesture in the crosslinguistic comparison of spatial construals of time”. *Cognitive Sciences, 30,* 401-450.
O’Doherty, J.P., Buchanan, T.W., Seymour, B. & Dolan, R.J. (2006). “Predictive neural coding of reward preference involves dissociable responses in human ventral midbrain and ventral striatum”. *Neuron, 49,* 157-166.
Ogata, A. & Miyakawa, T. (1998). “Religious experiences in epileptic patients with a focus on ictus-related episodes”. *Psychiatry and Clinical Neurosciences, 52,* 321-325.
Ohman, A. & Mineka, S. (2001). “Fears, phobias, and preparedness: Toward an evolved module of fear and fear learning”. *Psychological Review, 108,* 483-522.
Olin, C.H. (1910/2003). *Phrenology: How to tell your own and your friend’s character from the shape of the head.* Filadélfia: Penn Publishing.
Olsson, A. & Phelps, E.A. (2004). “Learned fear of ‘unseen’ faces after pavlovi an, observational, and instructed fear”. *Psychological Science, 15,* 822-828.
Olsson, A. & Phelps, E.A. (2007). “Social learning of fear”. *Nature Neuroscience, 10,* 1095-1102.
Oswald, A.-M.M. & Reyes, A.D. (2008). “Maturation of intrinsic and synaptic properties of layer 2/3 pyramidal neurons in mouse auditory cortex”. *Journal of Neurophysiology, 99*, 2998-3008.
Pais, A. (2000). *The genius of science.* Oxford: Oxford University Press.
Pakkenberg, B. & Gundersen, H.J.G. (1997). “Neocortical neuron number in humans: Effect of sex and age”. *The Journal of Comparative Neurology, 384,* 312-320.
Panda, S., Hogenesch, J.B. & Kay, S.A. (2002). “Circadian rhythms from flies to human”. *Nature, 417,* 329-335.
Park, J., Schlag-Rey, M. & Schlag, J. (2003). “Voluntary action expands perceived duration of its sensory consequence”. *Experimental Brain Research, 149,* 527-529.
Parker, E.S., Cahill, L. & McGaugh, J.L. (2006). “A case of unusual autobiographical remembering”. *Neurocase, 12,* 35-49.

Pastalkova, E., Itskov, V., Amarasingham, A. & Buzsaki, G. (2008). “Internally generated cell assembly sequences in the rat hippocampus”. *Science, 321,* 1322-1327.
Pavlov, I.P. (1927). *Conditioned reflexes.* Mineola, NY: Dover Publications.
Penfield, W. & Boldrey, E. (1937). “Somatic motor and sensory representation in the cerebral cortex of man as studied by electrical stimulation”. *Brain, 60,* 389-443.
Pezdek, K. & Lam, S. (2007). “What research paradigms have cognitive psychologists used to study ‘False memory’, and what are the implications of these choices?” *Consciousness and Cognition, 16,* 2-17.
Piattelli-Palmarini, M. (1994). *Inevitable illusions.* Hoboken: John Wiley & Sons.
Pierre, L.S.S. & Persinger, M.A. (2006). “Experimental faciliation of the sensed presence is predicted by the specific patterns of the applied magnetic fields, not by suggestibility: Re-analsyes of 19 experiments”. *International Journal of Neuroscience, 116*, 1079-1096.
Pinker, S. (1998). *Como a mente funciona.* São Paulo: Companhia das Letras.
Pinker, S. (2004), *Tábula rasa: a negação contemporânea da natureza humana.* São Paulo: Companhia das Letras.
Planck, M. (1968). *Scientific autobiography and other papers.* Nova York: Philosophical Library.
Plassmann, H., O’Doherty, J., Shiv, B. & Rangel, A. (2008). “Marketing actions can modulate neural representations of experienced pleasantness”. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 105,* 1050-1054.
Polley, D.B., Steinberg, E.E. & Merzenich, M.M. (2006). “Perceptual learning directs auditory cortical map reorganization through top-down influences”. *Journal of Neuroscience, 26,* 4970-4982.
Pongracz, P. & Altbacker, V. (2000). “Ontogeny of the responses of European rabbits (Oryctolagus cuniculus) to aerial and ground predators”. *Canadian Journal of Zoology, 78,* 655-665.

Poundstone, W. (2010). *Priceless: The myth of fair value.* Nova York: Hill and Wang.
Prelec, D. & Simester, D. (2000). “Always leave home without it: A further investigation of the credit-card effect on willingness to pay”. *Marketing Letters, 12,* 5-12.
Preston, R. (2 de março de 1998). “The bioweaponeers”. *The New Yorker,* 52-65.
Previc, F.H. (2006). “The role of the extrapersonal brain systems in religious activity”. *Consciousness and Cognition, 15,* 500-539.
Proctor, R.N. (2001). “Tobacco and the global lung cancer epidemic”. *NationalReviews Cancer, 1*, 82-86.
Provine, R.R. (1986). “Yawning as a stereotyped action pattern and releasing stimulus”. *Ethology, 72,* 109-122.
Purves, D., Brannon, E.M., Cabeza, R., Huettel, S.A., LaBar, K.S., Platt, M.L.
& Woldorff, M.G. (2008). *Principles of cognitive neuroscience.* Sunderland, MA: Sinauer.
Quirk, G.J., Garcia, R. & González-Lima, F. (2006). “Prefrontal mechanisms in extinction of conditioned fear”. *Biological Psychiatry, 60,* 337-343.
Quiroga, R.Q., Reddy, L., Kreiman, G., Koch, C. & Fried, I. (2005). “Invariant visual representation by single neurons in the human brain”. *Nature, 435,* 1102-1107.
Raby, C.R., Alexis, D.M., Dickinson, A. & Clayton, N.S. (2007). “Planning for the future by western scrub-jays”. *Nature, 445,* 919-921.
Ramachandran, V.S. & Blakeslee, S. (1999). *Fantasmas no cérebro: uma investigação da mente humana.* Rio de Janeiro: Record.
Rammsayer, T.H. (1999). “Neuropharmacological evidence for different timing mechanisms in humans”. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, B, 52,* 273-286.
Ratcliff, R. & McKoon, G. (2008). “The diffusion decision model: Theory and data for two-choice decision tasks”. *Neural Computation, 20,* 873-922.
Rauschecker, J.P., Leaver, A.M. & Muhlau, M. (2010). “Tuning out the noise: Limbic-auditory interactions in tinnitus”. *Neuron, 66,*

819-826.
Recanzone, G.H., Schreiner, C.E. & Merzenich, M.M. (1993). "Plasticity in the frequency representation of primary auditory cortex following discrimination training in adult owl monkeys". *Journal of Neuroscience, 13,* 87-103.
Redker, C., Gibson, B. (2009). "Music as an unconditioned stimulus: positive and negative effects of country music on implicit attitudes, explicit attitudes, and brand choice". *Journal of Applied Social Psychology, 39,* 2689-2705.
Richards, W. (1973). "Time reproductions by H.M." *Acta Psychologica, 37,* 279-282.
Richardson, P.S., Dick, A.S. & Jain, A.K. (1994). "Extrinsic and intrinsic cue effects on perceptions of store brand quality". *Journal of Marketing, 58,* 28-36.
Riddoch, G. (1941). "Phantom limbs and body shape". *Brain, 64,* 197-222.
Rizzolatti, G. & Craighero, L. (2004). "The mirror-neuron system". *Annual Review of Neuroscience, 27,* 169-192.
Roberts, T.F., Tschida, K.A., Klein, M.E. & Mooney, R. (2010). "Rapid spine stabilization and synaptic enhancement at the onset of behavioral learning". *Nature, 463*, 948-952.
Roder, B., Stock, O., Bien, S., Neville, H. & Rosler, F. (2002). "Speech processing activates visual cortex in congenitally blind humans". *European Journal of Neuroscience, 16,* 930-936.
Rodrigues, S.M., Schafe, G.E., LeDoux, J.E. (2001). "Intra-amygdala blockade of the NR2B subunit of the NMDA receptor disrupts the acquisition but not the expression of fear conditioning". *Journal of Neuroscience, 21,* 6889-6896.
Roediger, H.L. & McDermott, K.B. (1995). "Creating false memories: Remembering words not presented in lists". *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 21,* 803-814.
Romo, R., Hernandez, A., Zainos, A. & Salinas, E. (1998). "Somatosensory discrimination based on cortical microstimulation". *Nature, 392,* 387-390.
Romo, R. & Salinas, E. (1999). "Sensing and deciding in the somatosensory system". *Current Opinion in Neurobiology, 9,*

487-493.
Rosenblatt, F., Farrow, J.T. & Herblin, W.F. (1966). “Transfer of conditioned responses from trained rats to untrained rats by means of a brain extract”. *Nature, 209,* 46-48.
Rosenzweig, M.R., Breedlove, S.M., & Leiman, A.L. (2002). *Biological psychology,* 3ª ed. Sunderland, MA: Sinauer.
Ross, D.F., Ceci, S.J., Dunning, D. & Toglia, M.P. (1994). “Unconscious transference and mistaken identity: When a witness misidentifies a familiar but innocent person”. *Journal of Applied Psychology, 79,* 918-930.
Routtenberg, A. & Kuznesof, A.W. (1967). “Self-starvation of rats living in activity wheels on a restricted feeding schedule”. *Journal of Comparative & Physiological Psychology, 64,* 414-421.
Sabatinelli, D., Bradley, M.M., Fitzsimmons, J.R. & Lang, P.J. (2005). “Parallel amygdala and inferotemporal activation reflect emotional intensity and fear relevance”. *Neuroimage, 24,* 1265-1270.
Sacks, O. (1997). *O homem que confundiu sua mulher com um chapéu.* São Paulo: Companhia das Letras.
Sadagopan, S. & Wang, X. (2009). “Nonlinear spectrotemporal interactions underlying selectivity for complex sounds in auditory cortex”. *Journal of Neuroscience, 29,* 11192-11202.
Sadato, N., Pascual-Leone, A., Grafman, J., Ibanez, V., Deiber, M.P., Dold, G. & Hallett, M. (1996). “Activation of the primary visual cortex by Braille reading in blind subjects”. *Nature, 380,* 526-528.
Sah, P., Westbrook, R.F. & Lüthi, A. (2008). “Fear conditioning and long-term potentiation in the amygdale”. *Annals of the New York Academy of Sciences, 1129,* 88-95.
Salvi, R.J., Wang, J. & Ding, D. (2000). “Auditory plasticity and hyperactivity following cochlear damage”. *Hearing Research, 147,* 261-274.
Sapolsky, R. (2003, março). “Bugs in the brain”. *Scientific American,* 94-97.
Sapolsky, R.M. (1994). *Por que as zebras não têm úlceras?.* Rio de Janeiro: Francisco Alves.

Sara, S.J. (2000). “Retrieval and reconsolidation: Toward a neurobiology of remembering”. *Learning of Memory, 7,* 73-84.
Sastry, B.R., Goh, J.W. & Auyeung, A. (1986). “Associative induction of posttetanic and long-term potentiation in CA1 neurons of rat hippocampus”. *Science, 232,* 988-990.
Schacter, D.L. (1996). *Searching for memory.* Nova York: Basic Book.
Schacter, D.L. (2001). *Os sete pecados da memória: como a mente esquece e lembra.* Rio de Janeiro: Rocco.
Schacter, D.L. & Addis, D.R. (2007). “Constructive memory: The ghosts of past and future”. *Nature, 445,* 27-27.
Schacter, D.L., Wig, G.S. & Stevens, W.D. (2007). “Reductions in cortical activity during priming”. *Current Opinion in Neurobiology, 17,* 171-176.
Schiller, D., Monfils, M.-H., Raio, C.M., Johnson, D.C., LeDoux, J.E. & Phelps, E.A. (2010). “Preventing the return of fear in humans using reconsolidation update mechanisms”. *Nature, 463,* 49-53.
Seeyave, D.M., Coleman, S., Appugliese, D., Corwyn, R.F., Bradley, R.H., Davidson, N.S., Kaciroti, N. et al. (2009). “Ability to delay gratification at age 4 years and risk of overweight at age 11 years”. *Archives of Pediatric Adolescent Medicine, 163,* 303-308.
Seligman, M.E.P. (1971). “Phobias and preparedness”. *Behavior Therapy, 2,* 307-320.
Shannon, R.V., Zeng, F.G., Kamath, V., Wygonski, J. & Ekelid, M. (1995). “Speech recognition with primarily temporal cues”. *Science, 270,* 303-304.
Shepherd, G.M. (1998). *The synaptic organization of the brain.* Nova York: Oxford University Press.
Shih, M., Pittinsky, T.L. & Ambady, N. (1999). “Stereotype susceptibility: Identity salience and shifts in quantitative performance”. *Psychological Science, 10,* 80-83.
Siegler, R.S. & Booth, J L. (2004). “Development of numerical estimation in young children”. *Child Development, 75,* 428-444.
Simonson, I. (1989). “Choice based on reasons: The case of attraction and compromise effects”. *The Journal of Consumer*

Research, 16, 158-174.
Sinal, S.H., Cabinum-Foeller, E. & Socolar, R. (2008). “Religion and medical neglect”. *Southern Medical Journal, 101,* 703-706.
Sloman, S.A. (2002). “Two systems of reasoning”. In T Gilovich *et al.* (Orgs.). *Heuristics and biases: The psychology of intuitive judgment* (p. 379-396). Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
Slovic, P. (1987). “Perception of risk”. *Science, 236,* 280-285.
Slovic, P., Finucane, M., Peters, E. & MacGregor, D.G., orgs. (2002). *The affect heuristic.* Cambridge, UK: Cambridge University Press.
Smeets, P.M. & Barnes-Holmes, D. (2003). “Children’s emergent preferences for soft drinks: Stimulus-equivalence and transfer”. *Journal of Economic Psychology, 24,* 603-618.
Sobel, E. & Bettles, G. (2000). “Winter hunger, winter myths: Subsistence risk and mythology among the Klamath and Modoc”. *Journal of Anthropology and Archaeology, 19,* 276-316.
Sowell, E.R., Peterson, B.S., Thompson, P.M., Welcome, S.E., Henkenius, A.L. & Toga, A.W. (2003). “Mapping cortical change across the human life span”. *Nature Neuroscience, 6,* 309-315.
Spector, M. (2009). *Denialism.* Nova York: Penguin Press.
Standing, L. (1973). “Learning 10,000 pictures”. *Quarterly Journal Experimental Psychology, 25,* 207-222.
Sterr, A., Muller, M.M., Elbert, T., Rockstroh, B., Pantev, C. & Taub, E. (1998). “Perceptual correlates of changes in cortical representation of fingers in blind multifinger Braille readers”. *Journal of Neuroscience, 18,* 4417-4423.
Stevens, J.R., Hallinan, E.V. & Hauser, M.D. (2005). “The ecology and evolution of patience in two New World monkeys”. *Biology Letters, 1*, 223-226.
Stuart, E.W., Shimp, T.A. & Engle, R.W. (1987). “Classical conditioning of consumer attitudes: Four experiments in an advertising context”. *Journal of Consumer Research, 14,* 334-351.
Sugita, Y. & Suzuki, Y. (2003). “Audiovisual perception: Implicit estimation of sound-arrival time”. *Nature, 421,* 911.

Taki, Y., Kinomura, S., Sato, K., Goto, R., Kawashima, R. & Fukuda, H. (2010). “A longitudinal study of gray matter volume decline with age and modifying factors”. *Neurobiology of Aging.* No prelo.

Tallal, P., org. (1994). *In the perception of speech time is of the essence.* Berlim: SpringerVerlag.

Thaler, R. & Benartzi, S. (2004). “Save more tomorrow: Using behavioral economics to increase employee saving”. *Journal of Political Economy, 112,* S164-S187.

Thaler, R.H. & Sunstein, C.R. (2008). *Nudge: o empurrão para a escolha certa.* Rio de Janeiro: Campus.

Thomas, F., Adamo, S. & Moore, J. (2005). “Parasitic manipulation: Where are we and where should we go?” *Behavioral Processes, 68,* 185-99.

Thompson-Cannino, J., Cotton, R. & Torneo, E. (2009). *Picking cotton.* Nova York: St. Martin’s Press.

Till, B. & Priluck, R.L. (2000). “Stimulus generalization in classical conditioning: An initial investigation and extension”. *Psychology and Marketing, 17,* 55-72.

Till, B.D., Stanley, S.M. & Randi, P.R. (2008), “Classical conditioning and celebrity endorsers: An examination of belongingness and resistance to extinction”. *Psychology and Marketing, 25,* 179-196.

Tinbergen, N. (1948). “Social releasers and the experimental method required for their study”. *Wilson Bull, 60,* 6-51.

Tollenaar, M.S., Elzinga, B.M., Spinhoven, P. & Everaerd, W. (2009). “Psy-chophysiological responding to emotional memories in healthy young men after cortisol and propranolol administration”. *Psychopharmacology (Berl), 203,* 793-803.

Tom, S.M., Fox, C.R., Trepel, C. & Poldrack, R.A. (2007). “The neural basis of loss aversion in decision-making under risk”. *Science, 315,* 515-518.

Tomasello, M., Savage-Rumbaugh, S. & Kruger, A.C. (1993). “Imitative learni ng of actions on objects by children, chimpanzees, and enculturated chimpanzees”. *Child Development, 64,* 1688-1705.

Treffert, D.A. & Christensen, D.D. (2005, dezembro). "Inside the mind of a savant". *Scientific American,* 109-113.
Tsvetkov, E., Carlezon, W.A., Benes, F.M., Kandel, E.R. & Bolshakov, V.Y. (2002). "Fear conditioning occludes LTP-induced presynaptic enhancement of synaptic transmission in the cortical pathway to the lateral amygdale". *Neuron, 34*, 289-300.
Turing, A.M. (1950). "Computing machinery and intelligence". *Mind, 59*, 433-460.
Turrigiano, G. (2007). "Homeostatic signaling: The positive side of negative feedback". *Current Opinion in Neurobiology, 17,* 318-324.
Turrigiano, G.G., Leslie, K.R., Desai, N.S., Rutherford, L.C. & Nelson, S.B. (1998). "Activity-dependent scaling of quantal amplitude in neocortical neurons". *Nature, 391*, 892-896.
Tversky, A. & Kahneman D. (1974). "Judgment under uncertainty: Heuristics and biases". *Science, 185,* 1124-1131.
Tversky, A. & Kahneman D. (1981). "The framing of decisions and the psychology of choice". *Science, 211,* 453-458.
Tversky, A. & Kahneman D. (1983). "Extensional versus intuitive reasoning: The conjunction fallacy in probability judgment". *Psychology Review, 90,* 293-315.
Urgesi, C., Aglioti, S.M., Skrap, M. & Fabbro, F. (2010). "The spiritual brain: Selective cortical lesions modulate human self-transcendence". *Neuron, 65,* 309-319.
Vallar, G. & Ronchi, R. (2009). "Somatoparaphrenia: A body delusion. A review of the neuropsychological literature". *Experimental Brain Research, 192,* 533-551.
Van Essen, D.C., Anderson, C.H. & Felleman, D.J. (1992). "Information processing in the primate visual system: An integrated systems perspective". *Science, 255*, 419-423.
Van Wassenhove, V., Buonomano, D.V., Shimojo, S. & Shams, L. (2008). "Distortions of subjective time perception within and across senses". *PLoS ONE, 3,* e1437.
Vartiainen, N., Kirveskari, E., Kallio-Laine, K., Kalso, E. & Forss, N. (2009). "Cortical reorganization in primary somatosensory

cortex in patients with unilateral chronic pain". *Journal of Pain, 10,* 854-859.
Veale, R. & Quester, P. (2009). "Do consumer expectations match experience? Predicting the influence of price and country of origin on perceptions of product quality". *International Business Review, 18,* 134—144.
Vikis-Freibergs, V. & Freibergs, I. (1976). "Free association norms in French and English: Inter-linguistic and intra-linguistic comparisons". *Canadian Journal of Psychology, 30,* 123—133.
Vogt, S. & Magnussen, S. (2007). "Long-term memory for 400 pictures on a common theme". *Experimental Psychology, 54,* 298-303.
Vyas, A., Kim, S.K., Giacomini, N., Boothroyd, J.C. & Sapolsky, R.M. (2007). "Behavioral changes induced by *Toxoplasma* infection of rodents are highly specific to aversion of cat odors". *Proceedings of the National Academy ofSciences, USA, 104,* 6442-6447.
Waber, R.L., Shiv, B., Carmon, Z. & Ariely, D. (2008). "Commercial features of placebo and therapeutic efficacy". *Journal of the American Medical Association, 299,* 1016-1017.
Wade, K.A., Sharman, S.J., Garry, M., Memon, A., Mazzoni, G., Merckelbach, H.
& Loftus, E.F. (2007). "False claims about false memory research". *Consciousness and Cognition, 16,* 18-28.
Wade, N. (2009). *The faith instinct.* Nova York: Penguin Press.
Wang, X., Merzenich, M.M., Sameshima, K. &Jenkins, W.M. (1995). "Remodeling of hand representation in adult cortex determined by timing of tactile stimulation". *Nature, 378,* 71-75.
Watts, D.J. & Strogatz, S.H. (1998). "Collective dynamics of 'small-world' networks". *Nature, 393,* 440-442.
Watts, D.P., Muller, M., Amsler, S.J., Mbabazi, G. & Mitani, J.C. (2006). "Lethal intergroup aggression by chimpanzees in Kibale National Park, Uganda". *American Journal of Primatology, 68,* 161-180.
Weissmann, G. (1997). "Puerperal priority". *The Lancet, 349,* 122-125.

Whiten, A., Custance, D.M., Gomez, J.C., Teixidor, P. & Bard, K.A. (1996). “Imitative learning of artificial fruit processing in children (Homo sapiens) and chimpanzees (Pan troglodytes)”. *Journal of Comparative Psychology, 110,* 3-14.

Whiten, A., Spiteri, A., Horner, V., Bonnie, K.E., Lambeth, S.P., Schapiro, S.J. & de Waal, F.B. (2007). “Transmission of multiple traditions within and between chimpanzee groups”. *Current Biology, 17,* 1038-1043.

Wiggs, C.L. & Martin, A. (1998). “Properties and mechanisms of perceptual priming”. *Current Opinion in Neurobiology, 8,* 227-233.

Wilkowski, B.M., Meier, B.P., Robinson, M.D., Carter, M.S. & Feltman, R. (2009). “‘Hot-headed’ is more than an expression: The embodied representation of anger in terms of heat”. *Emotion, 9,* 464-477.

Williams, J.M., Oehlert, G.W., Carlis, J.V. & Pusey, A.E. (2004). “Why do male chimpanzees defend a group range?” *Animal Behaviour, 68,* 523-532.

Williams, L.E. & Bargh, J.A. (2008). “Experiencing physical warmth promotes interpersonal warmth”. *Science, 322*, 606 e 607.

Wilson, D.S. (2002). *Darwin’s cathedral: Evolution, religion, and the nature of society.* Chicago: University of Chicago Press.

Wilson, D.S. & Wilson, E.O. (2007). “Rethinking the theoretical foundation of sociobiology”. *Quarterly Review of Biology, 82,* 327-347.

Wilson, E.O. (1998). *A unidade do conhecimento: consiliência.* Rio de Janeiro: Campus.

Winkielman, P., Zajonc, R.B. & Schwarz, N. (1997). “Subliminal affective priming resists attributional interventions”. *Cognition & Emotion, 11,* 433-465.

Wise, S.P. (2008). “Forward frontal fields: Phylogeny and fundamental function”. *Trends in Neurosciences, 31,* 599-608.

Witelson, S.F., Kigar, D.L. & Harvey, T. (1999). “The exceptional brain of Albert Einstein”. *Lancet, 353,* 2149-2153.

Wittmann, M. & Paulus, M.P. (2007). “Decision making, impulsivity and time perception”. *Trends in Cognitive Sciences,*

12, 7-12.
Wolfe, R.M. & Sharp, L.K. (2002). "Anti-vaccinationists past and present". *British Medical Journal, 325,* 430-432.
Wong, K.F.E. & Kwong, J.Y.Y. (2000). "Is 7300 m equal to 7.3 km? Same semantics but different anchoring effects". *Organizational Behavior and Human Decision Processes, 82,* 314-333.
Yang, G., Pan, F. & Gan, W.-B. (2009). "Stably maintained dendritic spines are associated with lifelong memories". *Nature, 462,* 920-924.
Yarrow, K., Haggard, P., Heal, R., Brown, P. & Rothwell, J.C. (2001). "Illusory perceptions of space and time preserve cross-saccadic perceptual continuity". *Nature, 414*, 302-305.
Zauberman, G., Kim, B.K., Malkoc, S.A. & Bettman, J.R. (2009). "Discounting time and time discounting: Subjective time perception and intertemporal preferences". *Journal of Marketing Research, 46,* 543-556.
Zauberman, G., Levav, J., Diehl, K. & Bhargave, R. (2010). "1995 Feels so close yet so far". *Psychological Science, 21,* 133-139.
Zelinski, E.M. & Burnight, K.P. (1997). "Sixteen-year longitudinal and time lag changes in memory and cognition in older adults". *Psychology and Aging, 12*, 503-513.
Zhou, Y., Won, J., Karlsson, M.G., Zhou, M., Rogerson, T., Balaji, J., Neve, R. et al.
(2009). "CREB regulates excitability and the allocation of memory to subsets of neurons in the amygdale". *Nature Neuroscience, 12,* 1438-1443.
Zucker, R.S. & Regehr, W.G. (2002). "Short-term synaptic plasticity". *Annual Review of Physiology, 64,* 355-405.

CRÉDITOS

Figuras

Figura 1.1. Os dados dessa figura foram obtidos no banco de dados da University of South Florida Free Association Norms database. Nelson, D. L., McEvoy, C. L. e Schreiber, T. A. (1998).
Figura 1.2. Arte de Sharon Belkin.
Figura 3.1. Adaptação de *Neuroscience: Exploring the Brain,* 2ª ed. (Bear, Connors e Paradiso, 2001). Com permissão de Wolters Kluwer.
Figura 5.1. Adaptada com permissão de Macmillan Publishers LTD: *Nature Reviews Neuroscience* (Maren e Quirk, 2004).
Figura 6.1. Agradeço a Fred Kingdom por permitir o uso dessa figura. A ilusão da torre inclinada foi descrita pela primeira vez por Kingdom, F. A., Yoonessi, A. e Gheorghiu, E. (2007).
Figura 6.3. Agradeço a Andreas Nieder por gentilmente compartilhar os dados dessa figura (Nieder, 2005).

Epígrafes

Capítulo 2. John Updike, *Toward the End of Time.* Citação reimpressa com permissão de Random House, Inc.
Capítulo 3. Suzanne Vega, “Men in a War”. Reimpresso com permissão de Alfred Music Publishing Co.
Capítulo 4. Douglas Adams, *The Ultimate Hitchhiker’s Guide to the Galaxy.* Citação reimpressa com permissão de Random House, Inc.
Capítulo 6. Mark Haddon, *The Curious Incident of the Dog in the Night-Time.* Citação reimpressa com permissão de Random House, Inc.